



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**“ESTUDIO DE ACCIDENTABILIDAD DEL TRAMO DE CARRETERA SUR NIC-2,
KM 64 AL KM 80, EMPALME EL GRAJINAN-PUENTE OCHOMOGO,
GRANADA, NICARAGUA”.**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Michael Jeffer Montiel López
Br. Félix Román Parrales López
Br. Roberto Alfredo Obando Olivares

Tutor

Ing. Beatriz de los Ángeles Torrez Rodríguez

Asesor

Comisionado Mayor Ing. Gilberto Solís

Managua, noviembre 2018

Dedicatoria

Dedico este proyecto monográfico primeramente a Dios, “Si, pues, coméis o bebéis, o hacéis otra cosa, hacedlo todo para la gloria de Dios” que me ha dado vida, salud y sabiduría para esforzarme y culminar mis estudios.

También dedico con mucho aprecio y respeto a mis padres Alfonso Jacinto Montiel Oviedo y a María Asunción López Blanco, por el arduo trabajo y sacrificios que lograron hacer, todo para verme culminar mis estudios y uno de mis sueños.

A mis hermanos Alfonso Alexander Montiel López y Arlen Elieth Montiel López, familiares, a Selena Palacios y amigos que siempre estuvieron pendientes en el avance de mis estudios y cada una de las personas que aportaron a mi desarrollo como profesional y persona.

Michael Jeffer Montiel López.

Dedicatoria

Quiero dedicar esta monografía, a mi abuelo Román Parrales por hacer posible mi formación académica profesional, quien me ayudó siempre en todo momento.

A mi tutora la Ing. Beatriz Torrez, por su tiempo, dedicación y paciencia que nos tuvo en todo el proceso de la formación de la monografía.

A mis colegas de monografía, Michael Jeffer Montiel López y Roberto Alfredo Obando Olivares, por todo el esfuerzo, desvelo y arduo trabajo que realizamos, ya que sin ellos esto no fuese posible.

A mis padres, quienes nunca dejaron de creer en mí, y siempre alentaban en conseguir un triunfo en la vida.

A toda mi familia en general, por nunca dejar de creer, por siempre apoyarme y siempre estar en el momento preciso para cualquier circunstancia.

Félix Román Parrales López.

Dedicatoria

Quiero dedicar esta monografía a mis padres Linda Christian Olivares Lara y el Ing. Roberto Manuel Obando Cabrera (†), los cuales me dieron una dirección desde temprana edad, a mis abuelos Yolanda Lara Pérez y Alfredo Olivares Lorio (†), quienes me han acompañado durante cada día y a mi esposa Ing. Martha María Duarte Oporta, quien fue la responsable de darme el impulso final para concluir mi monografía.

Por último, pero no menos importante, quiero hacer mención especial al Msc. Ing. Lucas Bernardo Calvo Rojas (†), docente de la Universidad Nacional de Ingeniería, una persona dedicada a la formación de profesionales, donde su mayor interés siempre fue apoyar a los estudiantes.

Roberto Alfredo Obando Olivares.

Agradecimiento

Doy gracias a Dios, primeramente, por darme salud y el conocimiento para poder culminar mis estudios, ya que era una de mis metas en la vida, ser un profesional y aportar al crecimiento de mi país.

A mis padres Alfonso Jacinto Montiel Oviedo y María Asunción López Blanco, por el apoyo que día a día me brindaron con mucho amor y esfuerzo, por enseñarme que todo se logra con dedicación, esfuerzo, perseverancia, deseo de superación, preparándome día a día para recorrer este camino haciendo a un lado las adversidades y sobresaliendo el espíritu emprendedor, la calidad humana y laboral.

A mis hermanos, el Ing. Alfonso Alexander Montiel López, y Arlen Elieth Montiel López, que juntos hemos aprendido a valorar la convivencia familiar y apoyarnos siempre para alcanzar el éxito familiar e individual con mucho esfuerzo y la ayuda de Dios.

A mi abuela María de la Cruz Mercado, Selena Palacios, familiares, amistades y profesores que me han apoyado para ser mejor cada día.

A mis compañeros Félix Román Parrales López, y Roberto Alfredo Obando Olivares, por habernos esforzados como equipo de trabajo a través de este tiempo hasta culminar.

A nuestra tutora Ingeniera Beatriz de los Ángeles Tórrez Rodríguez por sus conocimientos y paciencia en brindar su valioso tiempo en la etapa de la culminación de nuestro estudio, y al Ing. Solís por facilitarnos información.

Michael Jeffer Montiel López.

Agradecimiento

“Pon en manos del Señor todas tus obras, y tus proyectos se cumplirán”. (LA BIBLIA, RV Proverbios 16:3).

Primeramente, antes que todo, le doy gracias a Dios, porque hasta aquí me ha ayudado, sin Él esto no podía ser posible.

A mi familia quienes me apoyaron todo el tiempo, en especial a mi abuelo que logró que toda mi formación académica se cumpliera.

A mi tutora, la Ing. Beatriz Torrez Rodríguez, por hacer posible que este trabajo sea un éxito y apoyarnos en todo lo que necesitábamos.

A mis maestros quienes nunca desistieron al enseñarme, aun sin importar que muchas veces no ponía atención en clase, a ellos que continuaron depositando su esperanza en mí.

A todos los que me apoyaron para escribir y concluir esta monografía.

Félix Román Parrales López.

Agradecimiento

Quiero agradecer a Dios, por darme el entendimiento, la perseverancia y colocar a las personas y señales correctas, que me ayudaron a cumplir una de mis metas.

También agradecer a mis compañeros de monografía, Michael Jeffer Montiel López y Félix Román Parrales López, por su constante colaboración y apoyo, en las diferentes circunstancias vividas durante la elaboración de este trabajo.

A todos los docentes que nos han formado durante la carrera y en especial a nuestra tutora la Ing. Beatriz Torrez Rodríguez, por su paciencia y dedicación.

Roberto Alfredo Obando Olivares.

Capítulo I Preliminares:

Se establecerán los objetivos generales y específicos de este estudio, así como los conceptos y metodología bajo los que se llevaron a cabo.

Capítulo II Análisis de accidentabilidad:

Se analizarán los datos estadísticos recopilados por la dirección de tránsito de la Policía Nacional, para determinar la cantidad de accidentes que ocurren en el tramo y realizar un análisis sobre sus consecuencias, tipo, temporalidad y ubicación, para determinar los puntos críticos donde ocurren la mayor cantidad de accidentes.

Capítulo III Estudio de tráfico:

Se analizará la capacidad de la vía, para estimar el máximo número de vehículos que el sistema vial puede acomodar con seguridad durante un periodo de tiempo específico, con el fin de establecer el nivel de servicio para un tramo de carretera clase 1. El procedimiento del cálculo de nivel de servicio se hará utilizando la velocidad promedio (ATS) y porcentaje de tiempo (PTSF).

Capítulo IV Estudio de velocidad:

Se analizarán los datos recopilados en un estudio de velocidad, en los puntos que tienen señalizaciones con límites de velocidad máxima de 80 km/h, velocidad máxima 60 km/h, velocidad máxima en zona urbana 45 km/h y velocidad máxima en zona escolar 25 km/h. Esto con el propósito de caracterizar el comportamiento de los conductores ante dichas señales y comprobar la incidencia del exceso de velocidad en el tramo.

Capítulo V Inventario vial:

Se presentará el estado físico y las características geométricas de la vía, las condiciones físicas de las señales verticales, horizontales, drenajes mayores y menores, entre otros elementos.

Capítulo VI Propuestas:

Se plantearán propuestas dirigidas a la Policía Nacional, al Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) y a la Alcaldía Municipal de Nandaime, para mejorar la seguridad vial y mantener su buen estado físico.

CAPÍTULO I: PRELIMINARES	
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes	2
1.3 Justificación	3
1.4 Objetivos	4
1.4.1 Objetivo General	4
1.4.2 Objetivos Específicos	4
1.5 Marco teórico	5
1.5.1 Accidentabilidad	5
1.5.2 Estudio de tráfico	6
1.5.3 Inventario vial	6
1.5.4 Estudio de velocidad	7
1.6 Hipótesis	8
1.7 Diseño metodológico	9
1.7.1 Estudio de accidentabilidad	9
1.7.2 Estudio de tráfico	10
1.7.3 Inventario vial	11
1.7.4 Estudio de velocidad	11
CAPÍTULO II: ANÁLISIS DE ACCIDENTABILIDAD	
2.1 Introducción	14
2.2 Análisis de accidentes según su causa y tipo	16
2.3 Análisis de temporalidad de accidentes	19
2.4 Análisis por ubicación de los accidentes	22
2.5 Determinación de puntos críticos	23

2.6 Magnitud del problema	28
2.6.1 Cálculo de estimación de población	30
2.6.2 Cálculo de índice de accidentabilidad	31
2.6.3 Cálculo de índice de morbilidad	31
2.6.4 Cálculo de índice de mortalidad	32
CAPÍTULO III: ESTUDIO DE TRÁFICO	
3.1 Introducción	37
3.2 Aforo vehicular	37
3.2.1 Obtención de los volúmenes de tránsito	38
3.2.2 Volúmenes y clasificación	38
3.3 Horas pico y factor pico horario	41
3.3.1 Volumen de tránsito en estaciones de aforo:	42
3.4 Nivel de servicio	45
CAPÍTULO IV: ESTUDIO DE VELOCIDAD	
4.1 Introducción	63
4.1 Estudios de Velocidad de Punto:	64
4.2 Levantamiento de estudio de campo	64
4.3 Resultados de medición de velocidad en señal de 25kph	67
CAPÍTULO V: INVENTARIO VIAL	
5.1 Introducción	70
5.2 Identificación del tramo en estudio	70
5.3 Descripción del trabajo de campo	70
5.4 Características geométricas de la vía	71
5.4.1 Clasificación funcional	72
5.4.2 Topografía	72

5.4.3 Uso de suelo	73
5.4.4 Carpeta de rodamiento	73
5.5 Sección Transversal de la Carretera	74
5.5.1 Ancho de la Calzada	74
5.5.2 Hombros.....	75
5.6 Dispositivo de Señalización vertical y horizontal.....	76
5.6.1 Señalización vertical	76
5.6.2 Clasificación de los Dispositivos de Control de Tránsito	77
5.7 Señalización Horizontal	86
5.7.1 Clasificación de señales horizontales	86
5.8 Distancia de visibilidad en la carretera	89
5.9 Distancia de visibilidad de decisión	90
5.10 Bahía de buses y parada de buses	91
5.11 Inventario de drenaje mayor y menor	93
CAPÍTULO VI: PROPUESTAS	
6.1 Propuestas	95
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
Conclusiones	98
Recomendaciones	101
BIBLIOGRAFÍA...	
Bibliografía.....	102

Tabla 1. Accidentabilidad en el tramo km 64 empalme el Grajinan, Nandaime – km 80 Puente Ochomogo. (2011- 2016)	2
Tabla 2. Historial de accidentabilidad en Carretera NIC-2, Nandaime, en el tramo km 64 (empalme el Grajinan) al km 80 (Puente Ochomogo), entre los años 2011- 2016.....	14
Tabla 3. Cantidad y ubicación de accidentes en puntos críticos entre los años 2011 al 2016.....	23
Tabla 4. Estimación de población para el departamento de Granada para los años del 2011 al 2016	30
Tabla 5. Historial de Accidentes de Tránsito en el km 64 al km 80 en Carretera NIC-2 y población del Departamento de Granada en el período 2011-2016.....	31
Tabla 6. Resultados de índices de accidentabilidad, morbilidad y mortalidad para los años del 2011 al 2016	32
Tabla 7. Comparación entre índices de accidentabilidad, morbilidad y mortalidad encontrados en el tramo el Grajinan – Puente Ochomogo y Nicaragua.....	33
Tabla 8. Resultado del conteo vehicular por día y fecha.....	39
Tabla 9. Volúmenes de tránsito en día crítico	40
Tabla 10. Datos de entrada	48
Tabla 11. Niveles de servicio para carretera de dos carriles	59
Tabla 12. Resultados de niveles de servicio	62
Tabla 13. Resumen de levantamiento para estudio de velocidad	66
Tabla 14. Resultado de análisis de estudio de velocidad.....	69
Tabla 15. Pendientes por cada kilómetro del tramo	72
Tabla 16. Estudio de sección transversal de carretera.....	75
Tabla 17. Tipo de señalización existente en el tramo	79
Tabla 18. Estado de postes kilométricos.....	82

Tabla 19. Levantamiento de postes guías	84
Tabla 20. Clasificación de la señalización horizontal en el tramo de estudio, de la estación 64+000 a la estación 80+000	87
Tabla 21. Distancia de frenado en terreno plano	89
Tabla 22. Distancia de decisión para evitar maniobra	90
Tabla 23. Levantamiento de bahías de buses	92
..... Anexos.....	
Tabla 24. Formato utilizado para conteo vehicular	IV
Tabla 25. Formato de levantamiento para señales de tránsito verticales	V
Tabla 26. Formato de levantamiento para señalización horizontal.....	V
Tabla 27. Formato de levantamiento para señalización horizontal.....	VI
Tabla 28. Formato de levantamiento para postes kilométricos y defensas metálicas...	VII
Tabla 29. Formato de levantamiento para bahías de buses.....	VIII
Tabla 30. Formato de observaciones	X
Tabla 31. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2011	XI
Tabla 32. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2012.....	XV
Tabla 33. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2013.....	XIX
Tabla 34. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2014.....	XXIII
Tabla 35. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2015.....	XXVIII
Tabla 36. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2016.....	XXXIII
Tabla 37. Clasificación de accidentes por su causa entre los años 2011 al 2016 .	XXXIX

Tabla 38. Consecuencias de accidentes por causa entre los años 2011 al 2016	XL
Tabla 39. Clasificación de accidentes por su tipo entre los años 2011 al 2016	XL
Tabla 40. Consecuencias de accidentes por su tipo entre los años 2011 al 2016	XLI
Tabla 41. Clasificación de accidentes por mes y sus consecuencias entre los años 2011 al 2016	XLI
Tabla 42. Clasificación de accidentes por día y sus consecuencias entre los años 2011 al 2016	XLII
Tabla 43. Clasificación de accidentes por hora y sus consecuencias, entre los años 2011 al 2016	XLII
Tabla 44. Clasificación de accidentes por ubicación y sus consecuencias, entre los años 2011 al 2016.....	XLIII
Tabla 45. Cantidad y ubicación de lesionados en puntos críticos entre los años 2011 al 2016.....	XLIV
Tabla 46. Cantidad de muertos en puntos críticos entre los años 2011 al 2016.....	XLIV
Tabla 47. Clasificación de accidentes por su tipo, en puntos críticos entre los años 2011 al 2016	XLIV
Tabla 48. Clasificación de accidentes por su causa, en puntos críticos entre los años 2011 al 2016	XLV
Tabla 49. TPDA histórico por tipo de vehículo, carretera NIC-2 estación 206, Nandaime – Rivas	XLVI
Tabla 50. Aforo vehicular estación 64+000 / giro derecho / fecha: 16-06-17.....	XLVII
Tabla 51. Aforo vehicular estación 64+000 / giro izquierdo / fecha: 16-06-17.....	XLIX
Tabla 52. Aforo vehicular estación 66+000 / giro derecho / fecha: 16-06-17.....	LI
Tabla 53. Aforo vehicular estación 66+000 / giro izquierdo / fecha: 16-06-17.....	LIII
Tabla 54. Aforo vehicular estación 80+000 / giro derecho / fecha: 16-06-17.....	LV
Tabla 55. Aforo vehicular estación 80+000 / giro izquierdo / fecha: 16-06-17.....	LVII
Tabla 56. Tabla del parque vehicular de Nandaime, dato del año 2015 proporcionado por la Policía Nacional.....	LIX

Tabla 57. Tabla de resumen de conteos vehiculares de V15 del punto el Grajinan.....	LX
Tabla 58. Tabla de resumen de conteos vehiculares de V15 del punto de Nandaime	LXI
Tabla 59. Tabla de resumen de conteos vehiculares de V15 del punto de Ochomogo	LXII
Tabla 60. Tabla de resumen de conteo vehicular por hora del punto el Grajinan.....	LXIII
Tabla 61. Tabla de resumen de conteo vehicular por hora del punto de Nandaime	LXIV
Tabla 62. Tabla de resumen de conteo vehicular por hora del punto de Ochomogo	LXV
Tabla 63. Datos del punto de Nandaime km 66+000.....	LXVI
Tabla 64. Datos del punto de Ochomogo km 80+000	LXVI
Tabla 65. Factor de ajuste para ancho de carril y hombro (fls)	LXVII
Tabla 66. Factor de ajuste para la densidad del punto de acceso (f_A).....	LXVII
Tabla 67. Factor de ajuste de pendiente ATS (fg, ATS) para terreno nivelado, terreno rodante y degradaciones específicas	LXVII
Tabla 68. Factores de ajuste ATS para zonas sin paso (fnp,ATS).....	LXVIII
Tabla 69. Equivalente de vehículos de pasajeros ATS para camiones E_T y vehículos recreativos (E_R para terreno llano, terreno rodante y reducciones de categoría específica)	LXIX
Tabla 70. Factor de ajuste por pendiente PTSF (fg PTSF) para terreno llano, terreno rodante y degradaciones específicas	LXIX
Tabla 71. Equivalentes de vehículos de pasajeros PTSF para camiones E_T y vehículos recreativos E_R	LXX
Tabla 72. Coeficiente de PTSF para estimar BPTSF	LXX
Tabla 73. Factor de ajuste de zona sin pase (fnp, PTSF) para la determinación de PTSF	LXXI
Tabla 74. Levantamiento estudio de velocidad para señal de 25kph.....	LXXII
Tabla 75. Levantamiento estudio de velocidad para señal de 45kph.....	LXXVI
Tabla 76. Levantamiento estudio de velocidad para señal de 60kph.....	LXXX

Tabla 77. Levantamiento estudio de velocidad para señal de 80kph.....	LXXXIII
Tabla 78. Características físicas de las carreteras según su material	LXXXVII
Tabla 79. Clasificación de red vial de Nicaragua según el MTI.....	LXXXVIII
Tabla 80. Levantamiento de señales verticales en el tramo de estudio	LXXXIX
Tabla 81. Señales verticales que deben ser cambiadas	XCVII
Tabla 82. Levantamiento de señales horizontales presentes en el tramo de la estación 64+000 a la 80+000	CXII
Tabla 83. Dimensiones típicas de las bahías para el refugio de autobuses en las carreteras regionales	CXVI
Tabla 84. Levantamiento de drenaje mayor y menor presentes en el tramo	CXVII

Gráfico 1. Clasificación de accidentes por su consecuencia entre los años 2011 al 2016	15
Gráfico 2. Clasificación de accidentes por su causa entre los años 2011 al 2016	16
Gráfico 3. Consecuencias de accidentes por su causa entre los años 2011 al 2016	17
Gráfico 4. Clasificación de accidentes por su tipo entre los años 2011 al 2016.....	18
Gráfico 5. Consecuencias de accidentes por su tipo entre los años 2011 al 2016.....	18
Gráfico 6. Clasificación de accidentes por mes y sus consecuencias entre los años 2011 al 2016.	19
Gráfico 7. Clasificación de accidentes por día y sus consecuencias entre los años 2011 al 2016.	20
Gráfico 8. Clasificación de accidentes por día y sus consecuencias entre los años 2011 al 2016.	21
Gráfico 9. Clasificación de accidentes por ubicación y sus consecuencias, entre los años 2011 al 2016.	22
Gráfico 10. Cantidad de accidentes en puntos críticos entre los años 2011 al 2016.	24
Gráfico 11. Cantidad de lesionados en puntos críticos entre los años 2011 al 2016.	24
Gráfico 12. Cantidad de muertos en puntos críticos entre los años 2011 al 2016.....	25
Gráfico 13. Clasificación de accidentes por su tipo, en puntos críticos entre los años 2011 al 2016.	26
Gráfico 14. Clasificación de accidentes por su causa, en puntos críticos entre los años 2011 al 2016.	27
Gráfico 15. Índices de accidentabilidad entre los años 2011 al 2016.	34
Gráfico 16. Índices de morbilidad entre los años 2011 al 2016.	35
Gráfico 17. Índices de mortalidad entre los años 2011 al 2016.	36
Gráfico 18. Resultado del conteo vehicular por día y fecha.	40

Gráfico 19. Volumen de tránsito en punto de control en empalme El Grajinan Km 64+000.	42
Gráfico 20. Volumen de tránsito en punto de control en Nandaime Km 66+000.	43
Gráfico 21. Volumen de tránsito en punto de control Ochomogo Km 80+000.	44
Gráfico 22. Resultados de medición de velocidad en señal de 45kph.	67
Gráfico 23. Resultados de medición de velocidad en señal de 60kph.	68
Gráfico 24. Resultados de medición de velocidad en señal de 80kph.	68
Gráfico 25. Porcentaje del estado que se encuentran las señales verticales existentes en el tramo de estudio	80

CAPÍTULO I: PRELIMINARES

1.1 Introducción

En el mundo, cerca de 1.25 millones de personas fallecen al año, como consecuencia de accidentes en las vías del tránsito. Entre los años 2010 y 2013 el aumento mundial de la población y del uso de vehículos de motor, fue de 4% y 16% respectivamente, dichos aumentos podrían indicar que el número de fallecimientos en los próximos años también podrían aumentar.

En 68 países se ha registrado un aumento en el número de muertes por accidentes de tránsito desde 2010; de ellos el 84% son de ingresos bajos o medios. Las tasas de mortalidad de los países de ingresos bajos ascienden a más del doble de las registradas en los países de ingresos altos.

En un accidente de tránsito son muchos los factores que inciden, dentro de los grandes representantes y principal factor es el humano, además del vial y vehicular. En la ocurrencia de esta clase de evento se debe analizar y determinar dónde están los problemas y sus incidencias.

El tramo en que se realizará el análisis y un estudio de la seguridad vial se encuentra en la carretera sur NIC-2, del empalme el Grajinan en el kilómetro 64 hasta el puente Ochomogo kilómetro 80 (ver anexos I –IV, imágenes 20 - 21), consta con una longitud de 16 km y cubierta por pavimento flexible.

Precisamente este tramo de carretera ha sido considerado por la Policía Nacional y por la Alcaldía de Granada como un tramo peligroso, debido a la alta incidencia de accidentes de tránsito, teniendo como resultado personas lesionadas y fallecidas.

Por lo tanto, se hace necesario efectuar el diagnóstico y estudio de investigaciones técnicas, que permitan identificar las principales causas que ocasionan esta clase de siniestros, con el fin de proponer medidas o recomendaciones que reduzcan los accidentes o severidad de los mismos.

1.2 Antecedentes

En Nicaragua, diariamente al menos una persona pierde la vida en las vías, y en promedio se registran 116 accidentes que dejan pérdidas materiales y ciudadanos lesionados.

El desorden urbanístico y el incremento sin control del parque automotor han afectado el trazado vial, que no se ajusta a las demandas del tránsito, al crecimiento poblacional, demandas de paradas, estacionamientos y parque automotor, situación que se refleja en las horas críticas. Managua es el departamento del país que encabeza la lista de accidentabilidad y muerte en las vías.

Los dos principales problemas de tránsito que se manifiestan son los accidentes y congestionamientos. En los últimos años los accidentes se han incrementado, según los registros llevados por la Especialidad de Seguridad de Tránsito de la Policía Nacional, presentando problemas de demoras en varios puntos y tramos que ya tienden a congestionamientos, principalmente en vías que comunican a Managua con otras ciudades vecinas. Los accidentes están perjudicando la calidad de vida, es decir la seguridad ciudadana, por lo que es una prioridad en la política del gobierno buscar soluciones que intervengan para reducir los registros y severidad de los mismos.

El tramo de estudio presenta diferentes puntos donde ocurren accidentes, causando pérdidas humanas y materiales. En estos lugares existen demarcación horizontal (línea continua, discontinua, zona escolar) y señalizaciones verticales (informativas, preventivas, reglamentarias), sin embargo, estas no son respetadas por los conductores.

Tabla 1. Accidentabilidad en el tramo km 64 empalme el Grajinan, Nandaime – km 80 Puente Ochomogo. (2011- 2016)

Año	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Cantidad de accidentes	31	43	36	42	44	48

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

1.3 Justificación

La seguridad vial es un tema de mucha relevancia en el país, con el pasar de los años Nicaragua ha venido sufriendo demasiado por la falta de educación vial, día a día son varios los conductores y peatones que se ven envueltos en sucesos causados por no respetar las normas de tránsito. Otro de los puntos por los que se da el fenómeno de accidentes, es el crecimiento poblacional lo que lleva al incremento del parque automotor y por ende el tráfico vehicular.

El estudio de seguridad vial es de mucha importancia, porque por medio de este conocemos los volúmenes de tránsito que circulan en el país, dando así un número aproximado de conteos en horas picos para facilitar a la ingeniera vial de la Policía Nacional de Tránsito, proponer soluciones para los problemas de viabilidad.

La presente investigación, podrá en un futuro ser usada como punto de partida para nuevos estudios de seguridad vial, dar continuidad con mayor énfasis a todo lo largo del tramo. Se identificarán las causas posibles de los accidentes, se hará una tipificación de los mismos, a su vez se localizará y analizará los puntos críticos con lo que se espera pueda llevar a la mejora de condiciones en sitios con alto índice de accidentabilidad.

A nivel social, los beneficios derivados de los resultados de esta investigación se pueden traducir en un aumento de elementos y condiciones de seguridad en la vía, que tiendan a disminuir la cantidad de accidentes evitando no solo el dolor de las familias afectadas, sino el importante ahorro de recursos hospitalarios del sistema de salud pública y privada, entre otros beneficios colaterales.

La protección a la vida humana debe de ser la prioridad fundamental de todo ingeniero, lo que demanda para este caso realizar un estudio vial con previsiones de seguridad siendo así la base para la justificación de esta investigación.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Realizar un estudio de accidentabilidad del Km 64 al 80 de la carretera sur empalme el Grajinan - Puente Ochomogo y proponer posibles soluciones para disminuir su peligrosidad.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Analizar los datos estadísticos de los accidentes que posee la Policía Nacional para determinar las causas y la incidencia de los mismos.
- Efectuar conteos vehiculares que permitan conocer los volúmenes de tránsito que circulan en dicho tramo y conocer en qué nivel de servicio se encuentra.
- Realizar un estudio de velocidad que permita verificar su incidencia en los accidentes.
- Realizar un inventario vial que permita conocer las condiciones geométricas, señalización, y estado de la superficie.
- Proponer posibles soluciones en base a los resultados obtenidos en los diferentes estudios.

1.5 Marco teórico

1.5.1 Accidentabilidad

La accidentabilidad, estudia las estadísticas sobre el número de accidentes vehiculares ocurridos, en las carreteras que conforman la red vial actual y si es posible, conocer las principales causas por las que estos han sucedido, porque estos se encuentran entre las diez principales causas de muerte a nivel mundial.

La importancia de realizar el estudio de accidentabilidad es mitigar las causas que genera este fenómeno y conocer los puntos críticos del tramo.

Al analizar los datos estadísticos de accidentes de tránsito del tramo en estudio entre los años 2011 al 2016 (brindados por Departamento de Tránsito de la Policía Nacional), encontramos un incremento de accidentes, lo que lleva a realizar una investigación que involucrará las siguientes actividades:

- Analizar los puntos críticos del tramo en estudio según los datos estadísticos brindados por la policía nacional.
- Clasificar los datos para determinar los tipos, causas de accidentes y ubicación de estos en el tramo en estudio.
- Identificar los principales factores y determinar las causas que ocasionaron los accidentes.

Se harán visitas a los puntos críticos del tramo, con el propósito de identificar el comportamiento de los usuarios y registrar las características generales de la vía.

Se realizarán los estudios de tránsito necesarios, para caracterizar el comportamiento de los diferentes tipos de usuarios, analizar y evaluar la información primaria y para determinar las causas probables de la ocurrencia de los accidentes de tránsito, plantear alternativas de solución sencillas y económicas que busquen mitigar los accidentes de tránsito y sus consecuencias para los usuarios.

1.5.2 Estudio de tráfico

Los estudios de tráfico son la herramienta fundamental de la ingeniería aplicada al conocimiento del tráfico para conocer su comportamiento.

Un estudio de tráfico se realiza con el fin de adquirir información acerca de la vía en estudio, como: la cantidad de vehículos que circulan por la vía, las horas pico (donde hay más congestión vehicular), con el fin de obtener una información detallada acerca del tramo en estudio, para así comprobar si cumple las normas necesarias para su uso.

Para conocer la cantidad de vehículos que circulan y las características del flujo, es necesario realizar un análisis en la vía. Los resultados obtenidos serán utilizados como punto de partida para determinar si la pista es eficiente para los usuarios. Se realizarán los siguientes estudios: conteos vehiculares, composición vehicular (clasificación vehicular), determinación de los niveles de servicio.

Estos estudios determinan las características principales de la circulación, el conteo de tráfico nos permite tener estadísticas reales del volumen y clasificación de tránsito vehicular diario que pasan por un punto determinado.

1.5.3 Inventario vial

Es un proceso que nos permite conocer los caminos que componen la red vial de una determinada área, así mismo los componentes de la vía y el estado de conservación de las mismas.

Consiste en el levantamiento de diferentes datos en campo, que permite ofrecerle al técnico la visión más integral posible del tramo de carretera analizado. Esta se realiza con el objetivo de conocer los elementos que presenta el tramo, y así poder evaluar dichas condiciones y la incidencia que tiene el uso de los mismos.

Algunos factores que son importantes de determinar en el inventario son los siguientes:

- Señalización horizontal y vertical.
- Inventario de deterioros (estado de la superficie de rodamiento).
- Clasificación funcional de las vías.
- Drenaje mayor y menor.

1.5.4 Estudio de velocidad

En general, el término de velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, generalmente expresada en km/h.

Los estudios de velocidades sirven para determinar las características de las velocidades en los tramos de estudios, existen conceptualmente varios tipos de velocidad los cuales son: velocidad de punto, velocidad media temporal, velocidad media espacial, velocidad de recorrido, velocidad de marcha, velocidad de proyecto.

Algunos de los factores importantes para medir la velocidad son los siguientes:

- Zona del tramo en estudio.
- Lugares críticos con problemas de velocidad.
- Análisis de accidente.

1.6 Hipótesis

Los accidentes de tránsito se dan por falta de señalización en la vía: los accidentes son cometidos cuando la señalización en la vía no advierte al conductor de las condiciones físicas de la carretera, tales como: poca iluminación que permita apreciar al conductor la vía y reductores de velocidad, etc...

También pueden ser provocados por desperfectos mecánicos: la probabilidad de accidentes aumenta cuando las condiciones mecánicas de los vehículos, no se encuentran dentro de los rangos de seguridad que establece la inspección mecánica.

El factor humano es un determinante en los accidentes, admitamos por el momento que estos son provocados: por la falta de educación vial una gran cantidad de accidentes de tránsito se debe al irrespeto de las señales, exceso de velocidad y al abuso de sustancias que alteran la percepción.

1.7 Diseño metodológico

El presente trabajo se realizó en un tramo de la carretera sur NIC-2, entre el empalme el Grajinan km64 - Puente Ochomogo km 80, departamento de Granada, Nicaragua, en el cual se ejecutó un estudio para evaluar las causas de los accidentes y el peligro que representan.

Se identificarán los sitios y áreas con un alto riesgo de accidentes; y así determinar los programas, medidas o acciones, que deben aplicarse para reducir la frecuencia de los accidentes, haciendo uso de los conocimientos en ingeniería de tránsito.

En la actualidad el estudio de seguridad vial ha ido creciendo considerablemente, esto de la mano con la preocupación sobre la incidencia de accidentes de tránsito en el aumento de heridos y muertos a nivel mundial.

Para efectuar un estudio de esta naturaleza es preciso conocer el funcionamiento del tráfico sobre las infraestructuras viales. Para llevar a cabo este trabajo se realizará los siguientes estudios:

1.7.1 Estudio de accidentabilidad

Es necesario encontrar o determinar el por qué ocurren los accidentes y que factores son determinantes en el momento que estos ocurren. Es necesario conocer las causas aparentes y reales de los accidentes, los tipos, la frecuencia, ubicación, etc.

Para llevar a cabo este estudio se cuenta con los datos oficiales de los accidentes a nivel departamental recopilados por el Departamento de tránsito la Policía Nacional, los cuales describen la cantidad de accidentes, causas, fatalidades y ubicación de los mismos. Se realizó una clasificación y tipificación de los accidentes ocurridos en el tramo de interés, entre los años 2011 al 2016. Los datos obtenidos serán expresados en un gráfico, donde se pueda observar de manera general la cantidad y tipo de accidentes ocurridos en el periodo de tiempo establecido.

1.7.2 Estudio de tráfico

Se realizaron conteos vehiculares para conocer los volúmenes de tránsito, composición vehicular en distintos puntos del tramo, con formatos de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), establecidos para tesis (véase anexo IV, tabla 24) donde obtuvimos datos posibles del flujo vehicular del tramo.

Con dichos datos procederemos a la utilización de fórmulas como el factor pico horario (FPH), que es la relación entre el volumen de hora pico y cuatro veces el volumen máximo de un periodo dado dentro de dicha hora.

$$FPH = \frac{Q}{4 * Q_{15}} \quad (Ecuación 1)$$

Fuente: Ecuación 8.11, capítulo 8 de Ingeniería de Tránsito, fundamentos y aplicaciones 7a. edición

The Highway Capacity Manual 2010, establece seis niveles de servicio, identificados subjetivamente por las letras desde la A hasta la F, donde el nivel de servicio A logra un flujo vehicular totalmente libre, mientras que el nivel de servicio F alcanza el flujo forzado que refleja condiciones de utilización a plena capacidad de la vía.

El procedimiento para el cálculo de capacidades y niveles de servicio de la carretera se describe a continuación, en base a la metodología establecida en el indicado The Highway Capacity Manual, 2010.

Teniendo dos fórmulas principales para el cálculo de nivel de servicio, una con respecto a la velocidad promedio de marcha (ATS) y la otra con respecto al porcentaje de demora (PTSF), siguiendo las fórmulas que se muestran a continuación:

- $ATS_D = FFS - 0.00776(V_D + V_O) - f_{np,ATS} \quad (Ecuación 2)$

Fuente: Ecuación 15 – 2, The Highway Capacity Manual 2010.

- $PTSF_d = BPTSF_d + f_{np,PTSF} \left(\frac{V_{d,PTSF}}{V_{d,PTSF} + V_{o,PTSF}} \right) \quad (Ecuación 3)$

Fuente: Ecuación 15 – 9, The Highway Capacity Manual 2010.

1.7.3 Inventario vial

Se realizó un levantamiento para conocer las características geométricas del tramo, identificar la superficie de rodamiento y su estado, funcionamiento de los dispositivos de tránsito horizontales y verticales, determinar el uso de suelo que posee la vía, localizar las paradas de buses, intersecciones e identificar las zonas pobladas y escolares sobre el tramo.

Para este levantamiento se utilizaron formatos especializados (véase anexos V - X, tablas 25 - 30), formatos de la UNI establecidos para recopilar la información de relevancia sobre la vía.

Para ubicar los distintos tipos de señalizaciones y puntos de interés antes mencionados, se hizo uso del odómetro de un vehículo, odómetros manuales y cintas topográficas. Se inició la medición a partir del empalme el Grajinan 64 Km, y con la ayuda del odómetro del vehículo se ubicaron los puntos de interés más representativos como paradas de buses, escuelas, poblados e intersecciones y con la ayuda del odómetro manual y con la cinta topográfica se ubicarán los distintos tipos de señales de tránsito.

Adicionalmente se hizo una georreferenciación utilizando un GPS, para ubicar todos los puntos antes mencionados de manera gráfica en un mapa y tener una vista general de la ubicación de las distintas señales de tránsito sobre la vía.

1.7.4 Estudio de velocidad

Al realizar el estudio se pretendió conocer si los vehículos cumplen con las velocidades requeridas para transitar en dicho tramo en estudio, para determinar si es una de las causas que generan los accidentes.

El estudio de velocidad se desarrolló en puntos seleccionados en el tramo de carretera, donde se determinaron las tendencias de velocidad mediante la recolección de datos a través de muestreos periódicos, para determinar las velocidades se utilizó la fórmula de la velocidad recorrida (Vrec) que es la relación entre la distancia de recorrido y el tiempo recorrido:

$$V(\text{rec}) = \frac{\text{distancia recorrida}}{\text{tiempo recorrido}} \quad (\text{Ecuación 4})$$

En el análisis de accidente se determinó la relación existente entre la velocidad y los accidentes, que pueda ser utilizada para tomar medidas correctivas.

En el estudio se utilizaron las herramientas necesarias en los elementos a evaluarse en la seguridad vial en el tramo NIC 2, tales como: datos estadísticos de accidentes de tránsito, cronómetros para medir la velocidad, GPS, formatos para inventario vial, y formatos para conteos de vehículos.

Para alcanzar los objetivos planteados se ha propuesto realizar una investigación que combina el trabajo de campo: para la observación de los fenómenos y la recolección de datos in situ y estadísticos; con el trabajo de gabinete: para el análisis de la realidad, análisis causa efecto y la generación de resultados. Este proceso incluirá métodos empíricos y especializados.

1.7.4.1 Métodos empíricos. La observación: Hacer visitas de campo a lo largo del tramo para estar en contacto directo con aquellas zonas que a simple vista muestren componentes peligrosos, para aplicar las metodologías de estudios de tráfico y recolectar información sobre el fenómeno accidente y sus subsecuentes efectos.

1.7.4.2 Métodos especializados

- **Método bibliográfico:** La recopilación de estudios similares, de normas de seguridad vial, de comportamiento humano y normativas nacionales e internacionales de diseño geométrico, son una herramienta fundamental para lograr una interpretación correcta de los datos resultantes de los estudios específicos.
- **Método analítico:** El análisis matemático y lógico de los datos recopilados en el campo es lo que permite ir descartando agravantes y atenuantes en las causas de accidentes y en la propuesta de soluciones.
- **Método de síntesis:** La clasificación es la principal forma de agrupar y ordenar los datos recopilados y los resultantes.
- **Método científico:** Contiene el proceso lógico con el cual se llega a la solución del problema. Observar el fenómeno, plantear hipótesis, analizar la realidad, determinar la teoría que respalde la tesis y llegar a una conclusión.
- **Método investigativo:** Se debe entender como el proceso dedicado a responder una pregunta. Dicha pregunta lo que pretende es aclarar la incertidumbre de nuestro conocimiento. No se trata de almacenar datos de forma indiscriminada, sino que se define como un proceso sistemático, organizado y objetivo destinado a solucionar un problema o solventar una necesidad.

CAPÍTULO II: ANÁLISIS DE ACCIDENTABILIDAD

2.1 Introducción

Al analizar los datos estadísticos de accidentes de tránsito del tramo en estudio entre los años 2011 al 2016, brindados por el Departamento de Tránsito la Policía Nacional (véase anexos XI - XXXVIII, tablas 31 – 36), encontramos un incremento de accidentes, por lo que se realizó una investigación.

Al clasificar los datos de los accidentes para determinar los tipos, causas, ubicación, mes, semana y hora específicos nos permite, observar de manera separada todos los factores que influyen en los accidentes.

También determinamos y analizamos los puntos críticos del tramo, donde se realizó un análisis para determinar los principales factores que influyen en los accidentes.

Para que los resultados de este estudio puedan utilizarse para compararlos con los de otros tramos, se calcularon los índices de accidentabilidad, morbilidad y mortalidad para cada uno de los años del análisis.

A continuación, se muestran los resultados producto del estudio de accidentabilidad:

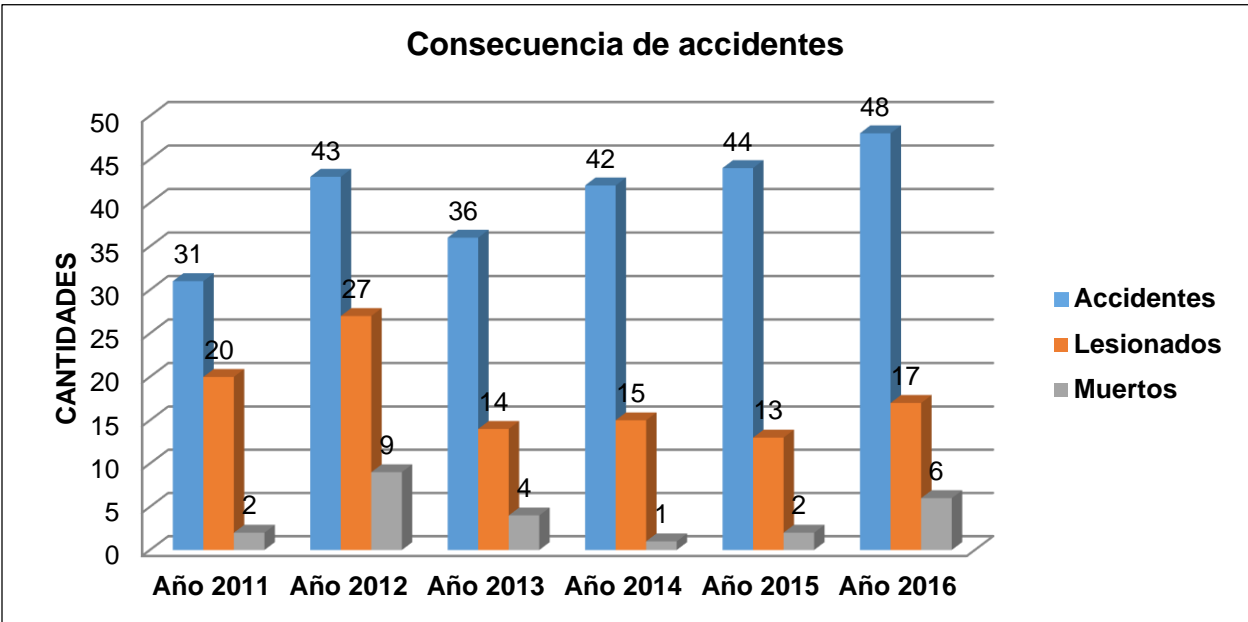
Tabla 2. Historial de accidentabilidad en Carretera NIC-2, Nandaime, en el tramo km 64 (empalme el Grajinan) al km 80 (Puente Ochomogo), entre los años 2011-2016

Consecuencia	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Año 2015	Año 2016
Accidentes	31	43	36	42	44	48
Lesionados	20	27	14	15	13	17
Muertos	2	9	4	1	2	6

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

En total se registraron 244 accidentes en el tramo (reflejados en la tabla 2), vemos un período de aumento constante a partir del año 2014, lo que indica un incipiente problema de accidentabilidad

Gráfico 1. Clasificación de accidentes por su consecuencia entre los años 2011 al 2016

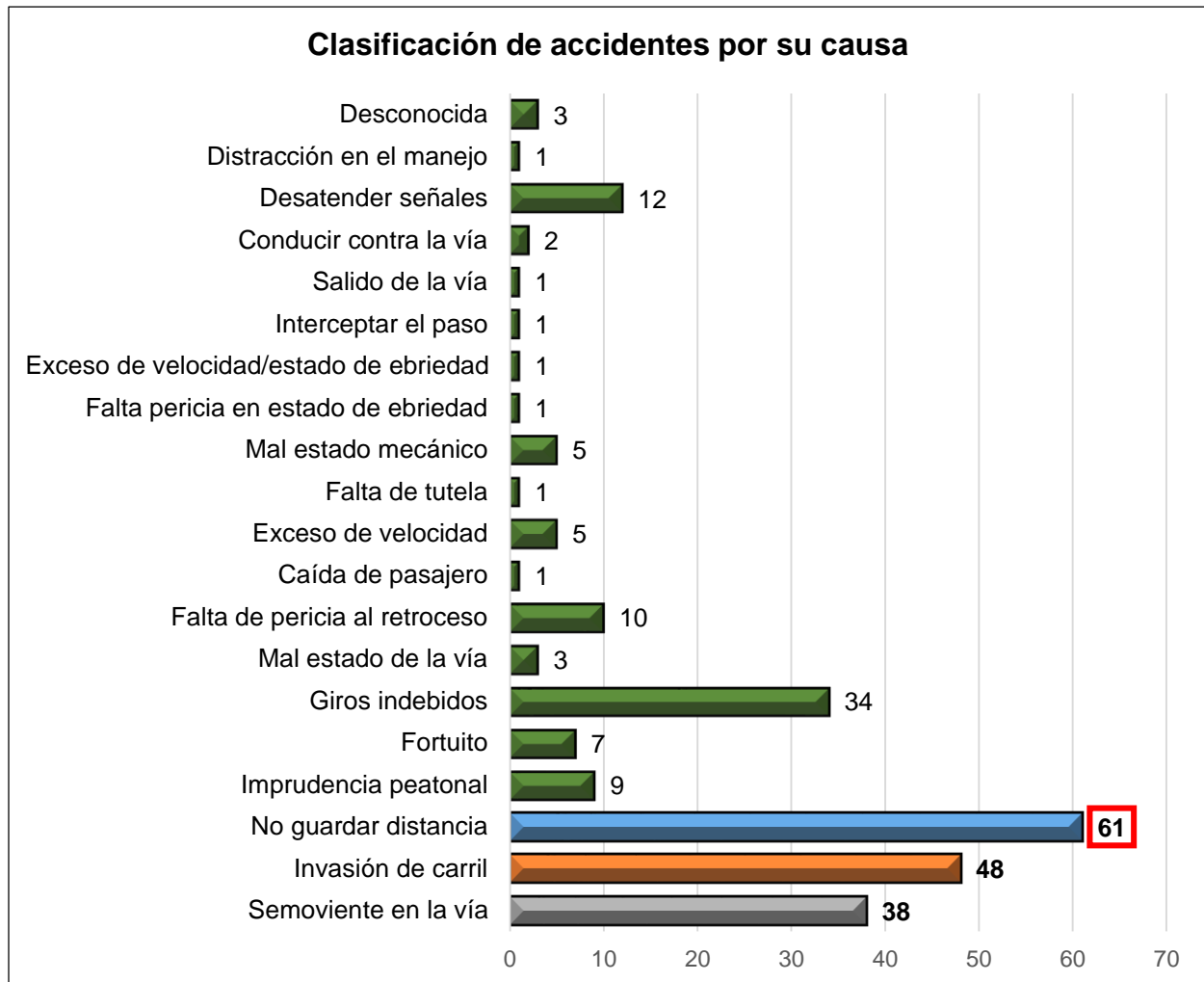


Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

Como se puede observar en el gráfico 1, elaborado con los datos estadísticos de los accidentes ocurridos en el tramo, a partir del año 2012 ha habido la mayor cantidad de lesionados y muertos. Para tratar de mitigar el problema la Policía Nacional de Tránsito en el año 2013 puso en operativo el “Plan Carretera” el cual aumentó la presencia policial en las carreteras, lo que tuvo un efecto positivo dando como resultado la disminución de accidentes y sus consecuencias. A partir del año 2014 pese a las medidas adoptadas por la policía, los accidentes han tenido un aumento gradual.

2.2 Análisis de accidentes según su causa y tipo

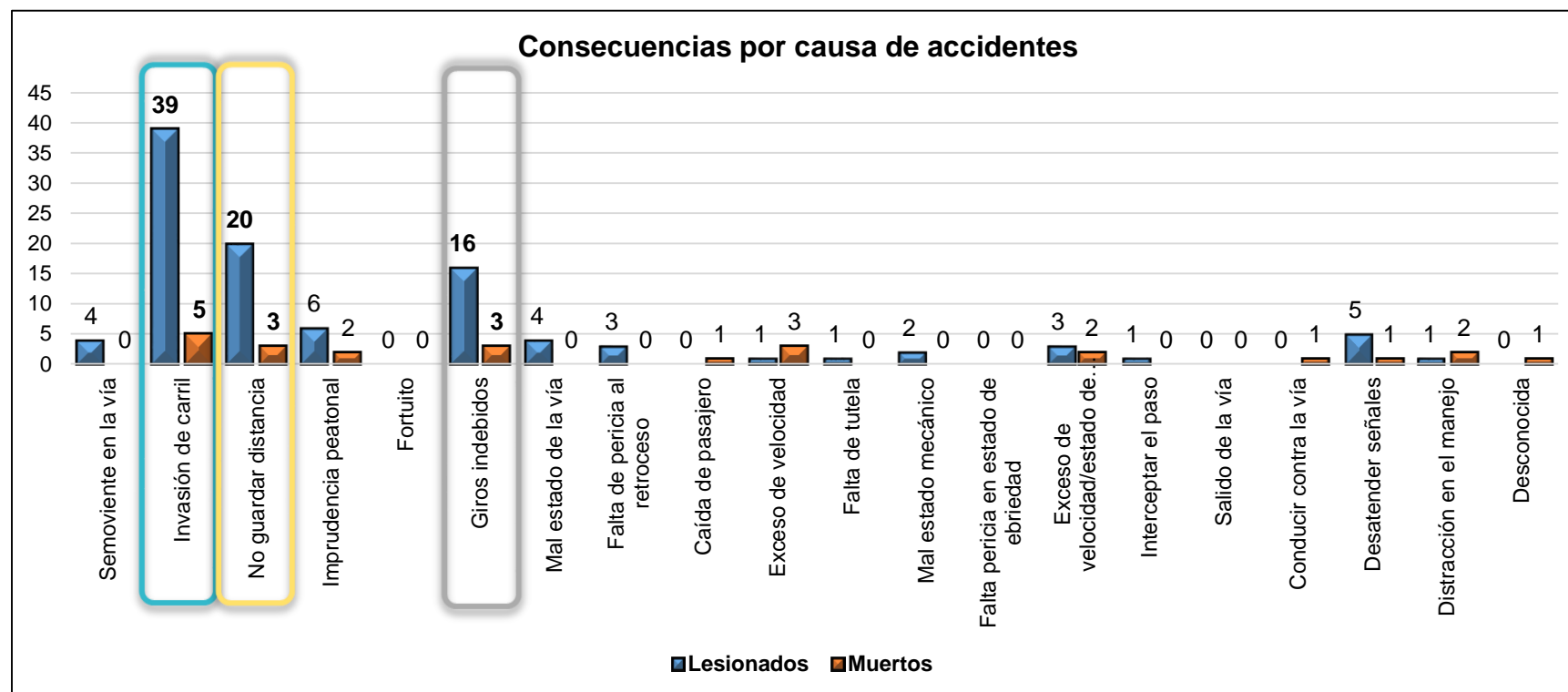
Gráfico 2. Clasificación de accidentes por su causa entre los años 2011 al 2016



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

Con los datos de la tabla 37 (ver anexo XXXIX), se elaboró el gráfico 2, donde se muestran 20 diferentes causas de accidentes en el tramo, las tres principales son: no guardar distancia, invasión de carril y semoviente en la vía (con 61, 48 y 38 accidentes respectivamente). Esto indica que los conductores con frecuencia ignoran una de las normas de seguridad más importantes, la cual es la distancia de frenado y el manejo defensivo.

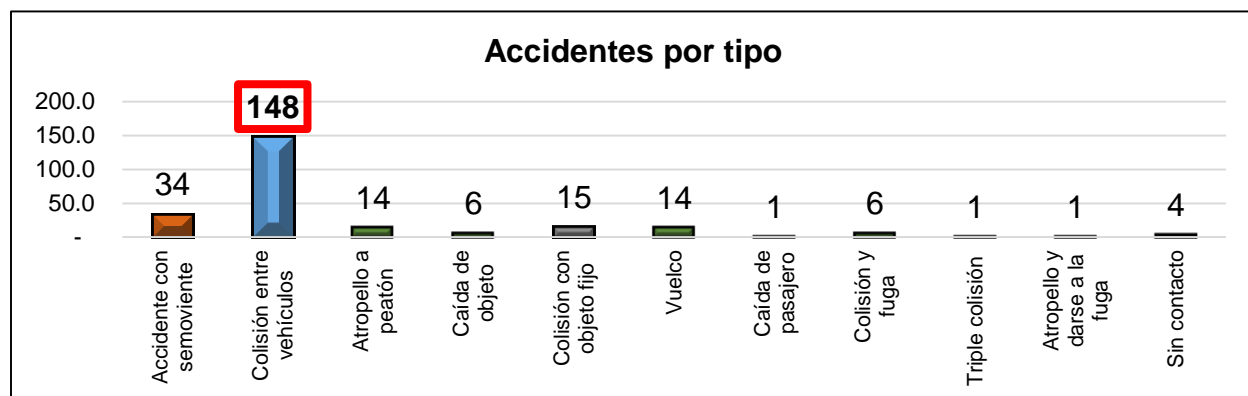
Gráfico 3. Consecuencias de accidentes por su causa entre los años 2011 al 2016



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

En el Gráfico 3 (elaborado con datos de la tabla 38, ver anexo XL), podemos observar que las causas con el mayor número de consecuencias humanas son: la invasión de carril, no guardar distancia y los giros indebidos. La invasión de carril, pese a ser la segunda causa de accidentes es la que conlleva mayor cantidad de consecuencias, esto por la naturaleza violenta y abrupta de la maniobra. También nótese que el exceso de velocidad, aunque no tiene gran incidencia como causa de accidentes, si genera una cantidad similar de víctimas mortales que las causas con mayor incidencia.

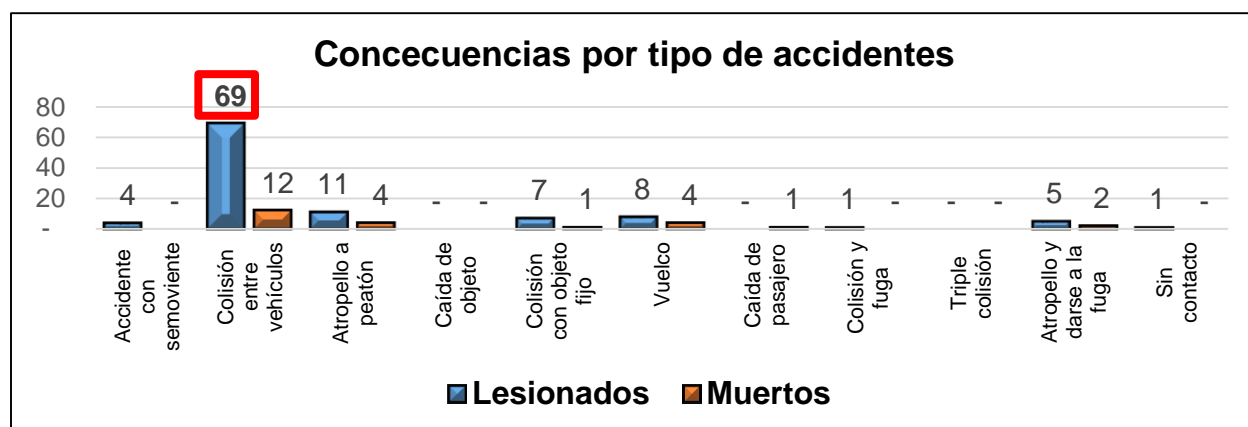
Gráfico 4. Clasificación de accidentes por su tipo entre los años 2011 al 2016



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

En el gráfico 4, elaborado con datos de la tabla 39 (ver anexo XL), se puede observar que el tipo de accidente que ocurre con mayor frecuencia es la colisión entre vehículos con 148 incidencias, lo cual concuerda con las dos mayores causas de accidentes, que son no guardar distancia e invasión de carril (ver gráfico 2).

Gráfico 5. Consecuencias de accidentes por su tipo entre los años 2011 al 2016



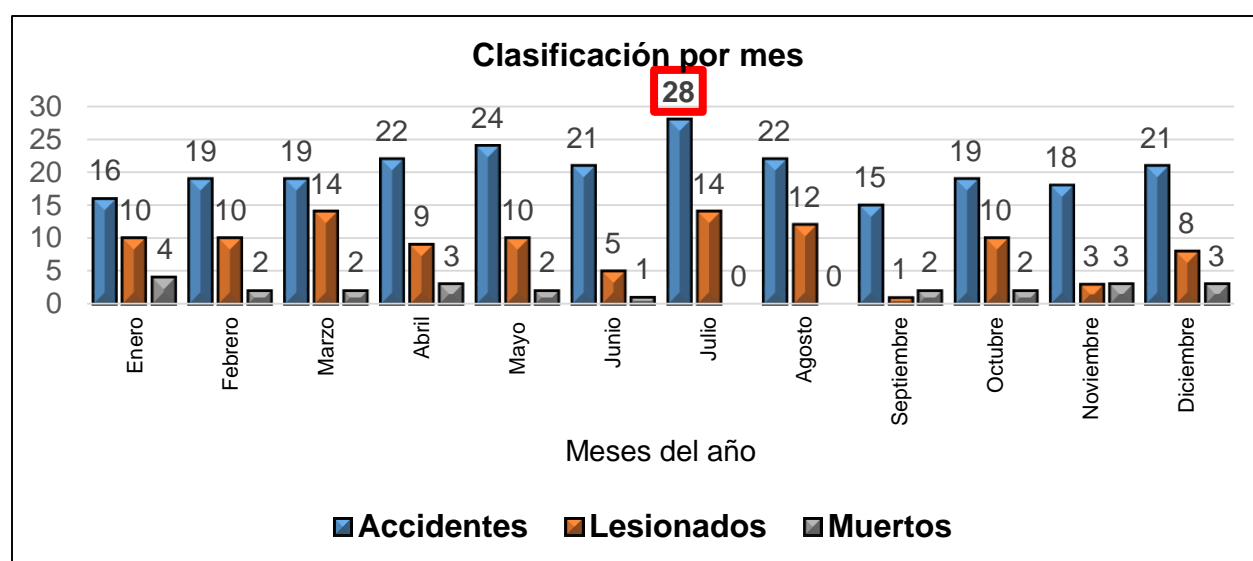
Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de La Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

El tipo de accidentes con mayores consecuencias humanas es la colisión entre vehículos, con 69 lesionados y 12 muertos, estos elevados números nos dicen que las colisiones se dan con mucha violencia, esto coincide con la mayor causa de accidentes que es la invasión de carril.

2.3 Análisis de temporalidad de accidentes

Dentro del estudio de accidentabilidad no solo es importante la cantidad de accidentes y sus consecuencias, también es relevante saber en qué época del año, día y hora, ocurren la mayor cantidad de incidentes, para que instituciones como la Policía Nacional pueda poner en practica planes para disminuir la ocurrencia de incidentes.

Gráfico 6. Clasificación de accidentes por mes y sus consecuencias entre los años 2011 al 2016

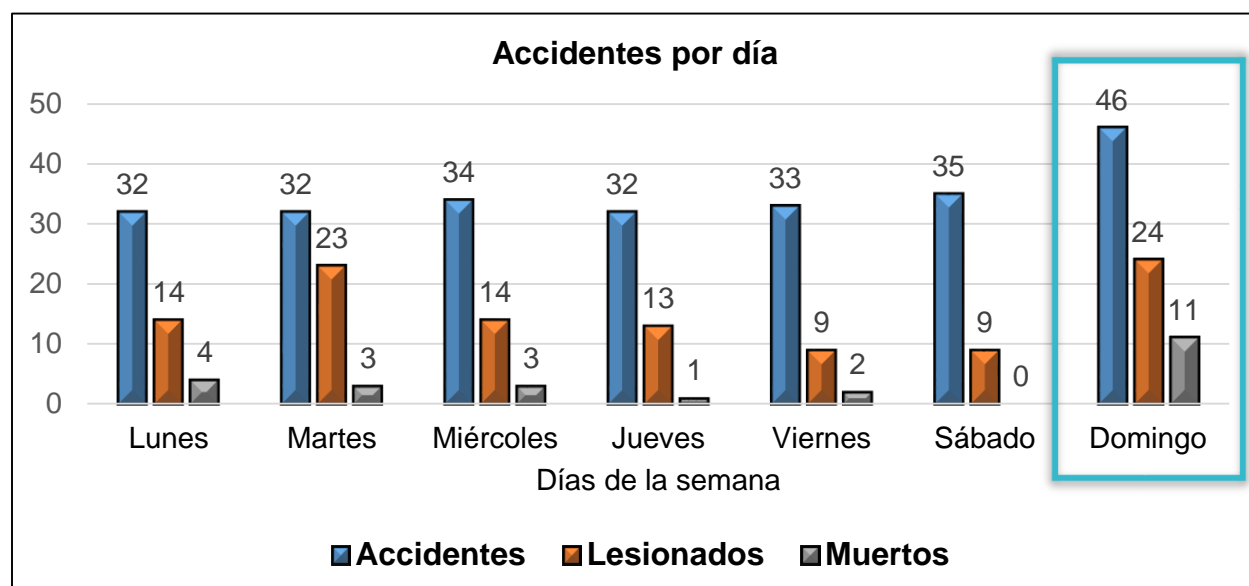


Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

En el gráfico 6 (elaborado con datos de la tabla 41, ver anexo XLI), se puede observar la cantidad de accidentes y sus consecuencias clasificados por su mes de ocurrencia.

Se puede establecer que entre los meses de abril a agosto y en diciembre es cuando ocurren la mayoría de los accidentes, los cuales concuerdan cronológicamente con festividades religiosas, periodos de vacaciones estudiantiles y feriados nacionales. Épocas en las que tradicionalmente las personas suelen viajar por carretera con mayor frecuencia.

Gráfico 7. Clasificación de accidentes por día y sus consecuencias entre los años 2011 al 2016

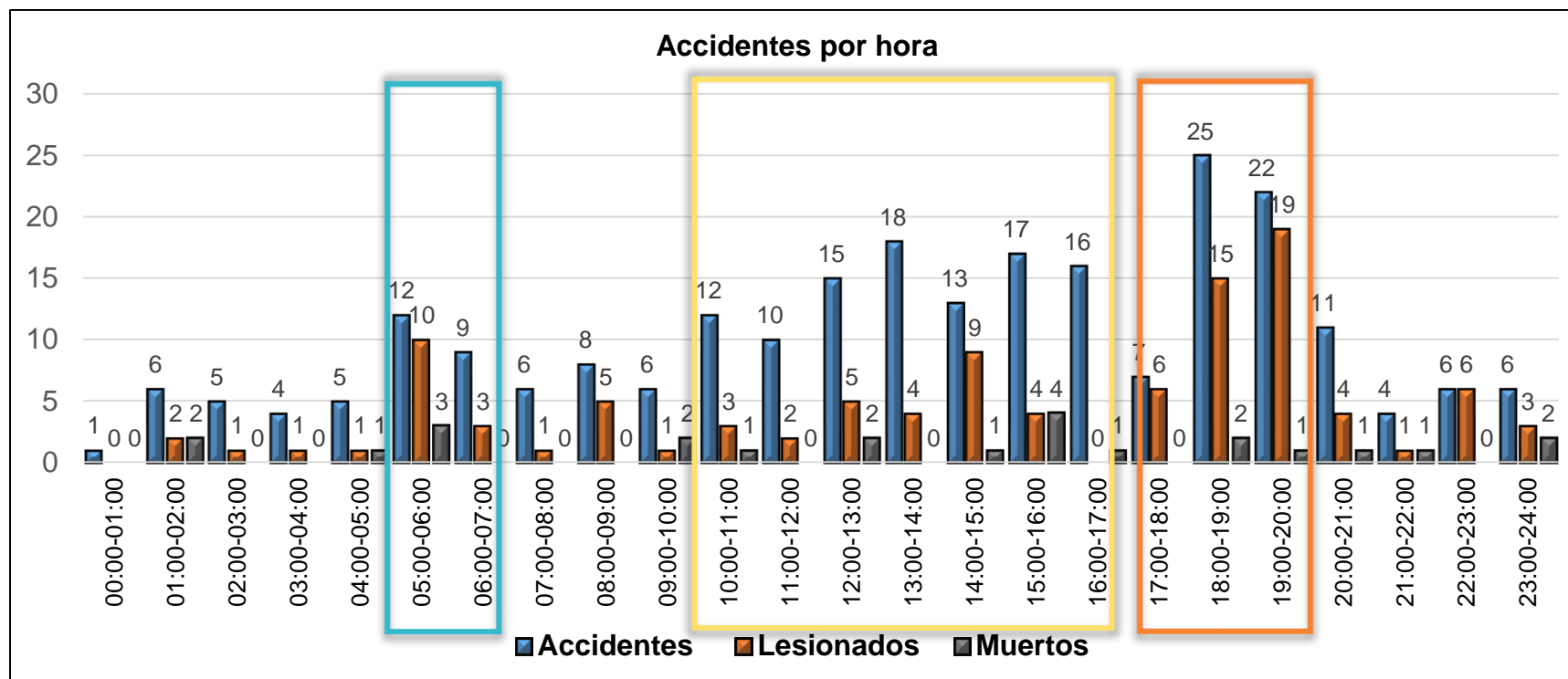


Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

En el gráfico 7, elaborado con los datos de la tabla 42 (ver anexo XLII), observamos que el día que presenta mayor número de accidentes es el domingo con: 46 accidentes, 24 lesionados y 11 muertes.

Llama la atención que el domingo es considerado un día con poco tránsito, lo que nos indica, que un alto volumen de tránsito no es parte del problema de accidentabilidad. Para el resto de los días de la semana los accidentes mantienen un comportamiento uniforme, que de igual manera se considera elevado.

Gráfico 8. Clasificación de accidentes por hora y sus consecuencias entre los años 2011 al 2016



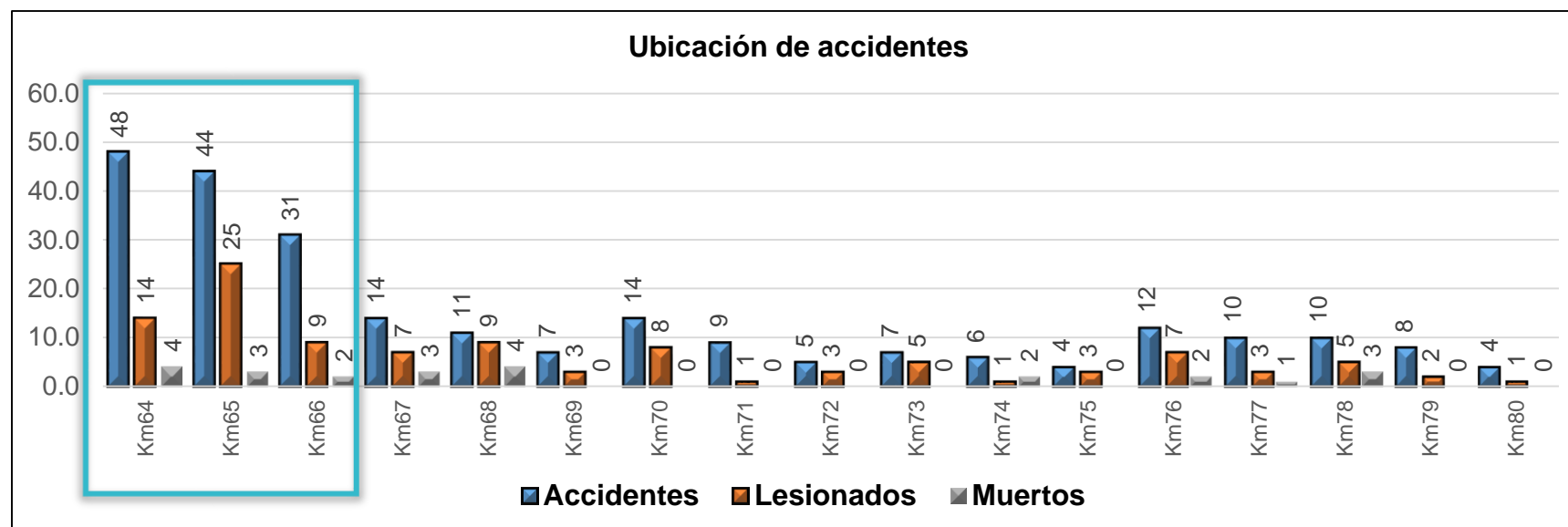
Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

En el gráfico 8, elaborado con los datos de la tabla 43 (ver anexo XLII), el análisis con respecto a la hora de ocurrencia, muestra tres intervalos bien definidos los cuales son: de 5:00am-7:00am, de 10:00am-17:00pm y de 18:00pm-20:00pm. La distribución muestra que la hora en donde ocurren mayor cantidad de accidentes con consecuencias humanas corresponde al tercer intervalo. Esto podría deberse a que los conductores presentan una mayor urgencia por llegar a sus destinos a esta hora, lo que conlleva a que se irrespeten las normas de tránsito con facilidad.

2.4 Análisis por ubicación de los accidentes

Identificar la ubicación de los accidentes nos permitió ver si existían características físicas en la carretera que esten generando accidentes, además que aportó información para determinar los puntos que requieren mayor atención por parte de la policía.

Gráfico 9. Clasificación de accidentes por ubicación y sus consecuencias, entre los años 2011 al 2016



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de La Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

En el gráfico 9, elaborado con los datos de la tabla 44 (ver anexo XLIII), la mayor cantidad de accidentes y consecuencias humanas se concentra en los km 64, km 65 y km 66, por lo que esta sección del tramo amerita un mayor estudio, que será abordada en la sección de puntos críticos del presente documento.

2.5 Determinación de puntos críticos

Tomando como referencia la tabla de ubicación de accidentes (ver tabla 44, en anexo XLIII), se procedió a la determinación de “puntos críticos”, éstos en realidad no son puntos exactos sobre la vía, se consideran como tramos de carretera de hasta un kilómetro de longitud, donde ocurren cinco o más accidentes durante un periodo de un año, este criterio es el utilizado actualmente por la Policía Nacional.

Aplicando el criterio de “punto crítico” anteriormente definido, se encontraron los siguientes puntos críticos en el tramo en estudio:

Tabla 3. Cantidad y ubicación de accidentes en puntos críticos entre los años 2011 al 2016

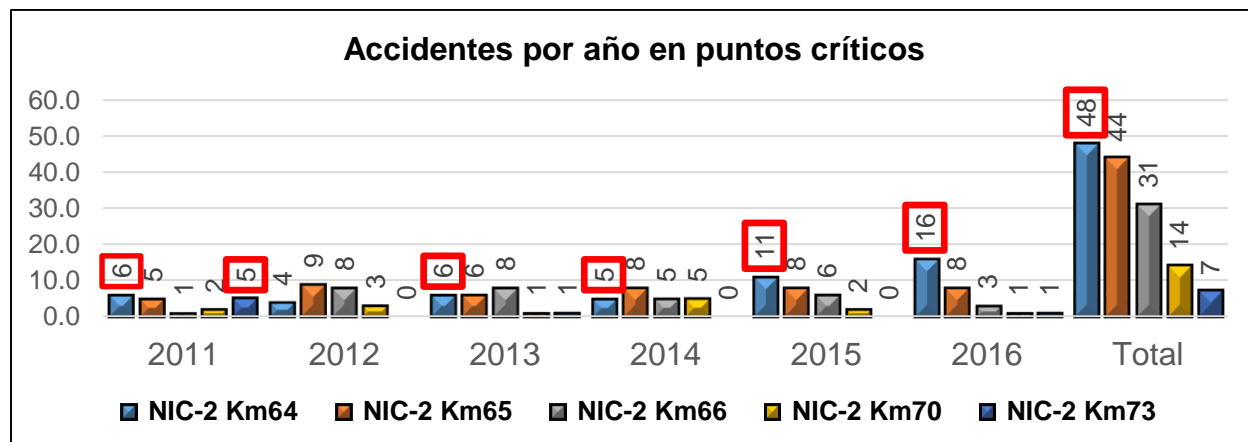
Accidentes en puntos críticos por año							
Ubicación	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
Carretera NIC-2 Km64	6.0	4.0	6.0	5.0	11.0	16.0	48.0
Carretera NIC-2 Km65	5.0	9.0	6.0	8.0	8.0	8.0	44.0
Carretera NIC-2 Km66	1.0	8.0	8.0	5.0	6.0	3.0	31.0
Carretera NIC-2 Km70	2.0	3.0	1.0	5.0	2.0	1.0	14.0
Carretera NIC-2 Km73	5.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	7.0
Total	19.0	24.0	22.0	23.0	27.0	29.0	144.0

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

En esta tabla se muestra que 144 accidentes de los 244 que incluye este estudio han ocurrido en los puntos críticos, lo que demuestra la relevancia en la determinación de éstos y la realización de su correspondiente análisis.

En lo que respecta a los tramos del km70 y km73, se observa que la ocurrencia de accidentes ha disminuido considerablemente, se incluyeron en este estudio porque el fin de éste es académico.

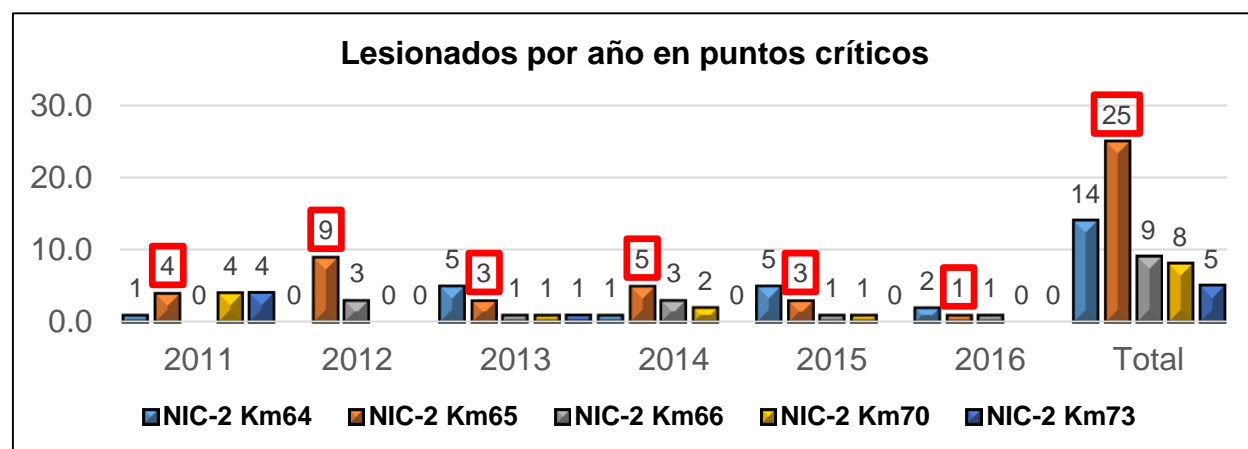
Gráfico 10. Cantidad de accidentes en puntos críticos entre los años 2011 al 2016



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

En el gráfico 10, elaborado a partir de la tabla 3, podemos ver que el número de accidentes en los puntos críticos tienden a mantenerse constantes con excepción del km 64 los cuales muestran un sostenido aumento y los del km70 y km73 han bajado considerablemente.

Gráfico 11. Cantidad de lesionados en puntos críticos entre los años 2011 al 2016

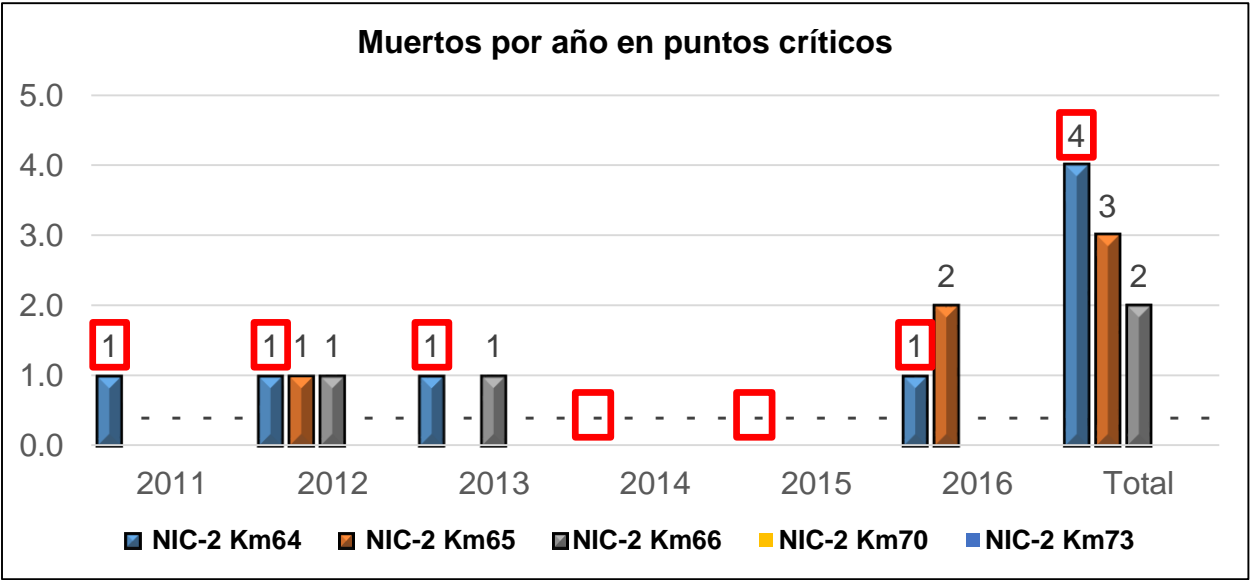


Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

Según el gráfico 11, elaborado con datos de la tabla 46 (ver anexo XLIV), aunque el Km 64 sea el punto crítico con la más elevada concentración de accidentes, es en el

punto ubicado en el km 65 donde se presenta el mayor número de lesionados, sin embargo, todos los puntos críticos presentan una reducción en la cantidad de lesionados al transcurrir los seis años de análisis.

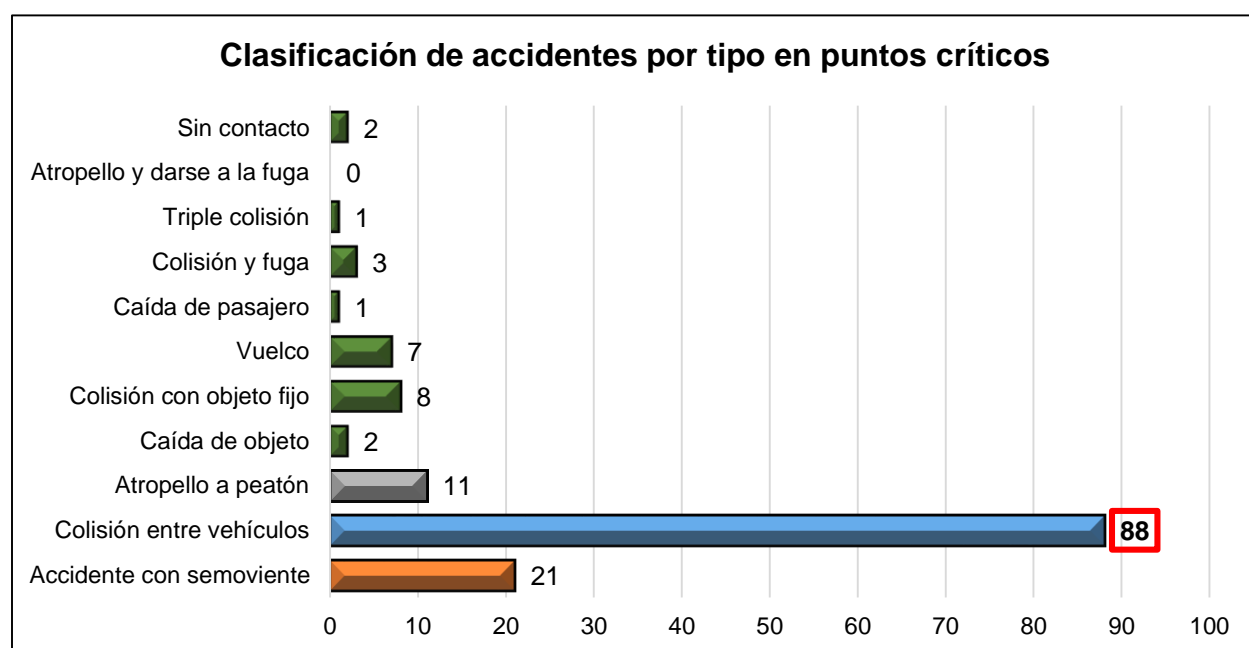
Gráfico 12. Cantidad de muertos en puntos críticos entre los años 2011 al 2016



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

El análisis del gráfico 12, elaborado con los datos de la tabla 47 (ver anexo XLV), muestra que el mayor número de muertos en el periodo estudiado se presenta en el Km 64, pero en el año 2016 el mayor número de muertos se presenta en el km 65, lo cual concuerda con la ubicación de más lesionados.

Gráfico 13. Clasificación de accidentes por su tipo, en puntos críticos entre los años 2011 al 2016

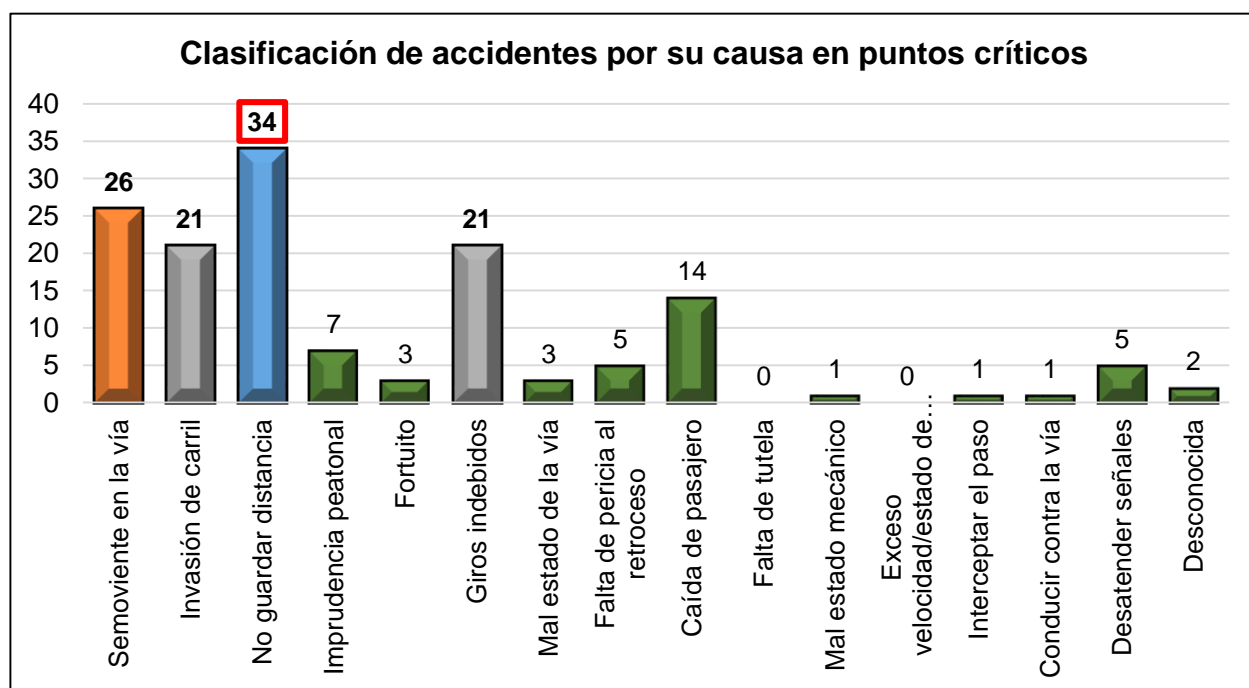


Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

Se clasificaron los accidentes ocurridos en los puntos críticos por su tipo (ver tabla 48, en anexo XLV), para analizar las situaciones en que éstos se dan.

Como podemos observar en el gráfico 13, la colisión entre vehículos es el tipo de accidente que ocurre con mayor frecuencia, lo cual coincide con la ubicación geográfica de los puntos críticos, los cuales se encuentran dentro de una zona urbana. No obstante, llama la atención que el segundo mayor tipo sea con semovientes, dada la ubicación (zona urbana), porque durante las visitas de campo no se observó la presencia de semovientes en esta parte del tramo.

Gráfico 14. Clasificación de accidentes por su causa, en puntos críticos entre los años 2011 al 2016



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

Según el gráfico 14, elaborado con datos de la tabla 49 (ver anexo XLVI), las cuatro primeras causas de accidentes son: no guardar distancia, semoviente en la vía, invasión de carril y giros indebidos. Como se puede ver las cuatro causas, muestran que la mayoría de los accidentes ocurren por la falta de conciencia de los conductores dentro de una zona urbana.

Dentro de la bibliografía de seguridad vial se considera un tramo peligroso a un tramo de carretera donde se presentan tres puntos críticos consecutivos. Basados en todos los análisis en los puntos críticos, se determinó que del Km 64 al Km 66, es un tramo peligroso debido a la cantidad de accidentes y consecuencias humanas que éste presenta.

Dentro de las características físicas que presenta el tramo peligroso que pueden contribuir a la alta accidentabilidad se pueden identificar las siguientes:

- En el Km 64 se encuentra un empalme que conecta las carreteras provenientes de Granada y Jinotepe, además de dos bahías de buses ubicadas en ambos lados de la carretera, provocando en el tráfico un efecto de cuello de botella.
- Del Km 64 al Km 66 es un tramo en recta, donde los vehículos pueden desarrollar altas velocidades, irrespetando la señalización de límites de velocidad por estar próximo a una ciudad.
- En el Km 66 se ubica la ciudad de Nandaime, el lugar donde se aumenta la afluencia de vehículos debido al tráfico interno de la ciudad.
- Las bahías de buses no son utilizadas adecuadamente por los conductores de éstos.
- En las bahías de buses se detienen constantemente vehículos particulares y de transporte selectivo para dejar y recoger personas, obstaculizando el tráfico sobre la carretera.

Al comparar los datos por consecuencia obtenidos en los puntos críticos con los del tramo en general, se puede decir que en los puntos críticos ocurren el 59.02% de los accidentes, el 57.54% de los lesionados y el 37.5% de los muertos.

2.6 Magnitud del problema

Al relacionar los accidentes ocurridos, proporcionalmente con la población, se dispondrá de cifras o índices que permitirán hacer comparaciones a cerca del comportamiento de la accidentabilidad. Éstas darán la escala para juzgar la magnitud del problema. Esta comparación puede hacerse entre ciudades, entidades políticas, tramos de carreteras, países, o bien un sistema o red vial a través del tiempo.

Los índices son los siguientes: el de accidentabilidad (número de accidente), el de morbilidad (número de heridos) y el de mortalidad (número de muertos), con respecto al número de habitantes de que se trate expresado por cada 100,000 habitantes.

En nuestro caso se tomó en cuenta la población del departamento de Granada, porque el tramo es recorrido por vehículos provenientes de tres ciudades ubicadas en diferentes departamentos. A partir de los censos nacionales realizados en los años 1995 y 2005, se realizó una estimación de la población usando el método aritmético, el cálculo se realiza mediante la siguiente expresión:

$$Pob_{año\ N} = Población_{Año\ censo} + (Año_N - Año_{censo}) * tasa\ de\ crecimiento \quad (Ecuación\ 5)$$

$$Tasa\ de\ crecimiento = \frac{Pob_{censo\ 2} - Pob_{censo\ 1}}{Año_{censo\ 2} - Año_{censo\ 1}} \quad (Ecuación\ 6)$$

- Índice de accidentabilidad:

$$I_{A/P} = \frac{no.\ de\ accidentes\ en\ el\ año * 100,000}{no.\ de\ habitantes} \quad (Ecuación\ 7)$$

- Índice de morbilidad:

$$I_{morb/P} = \frac{no.\ de\ lesionados\ en\ el\ año * 100,000}{no.\ de\ habitantes} \quad (Ecuación\ 8)$$

- Índice de mortalidad:

$$I_{mort/P} = \frac{no.\ de\ muertos\ en\ el\ año * 100,000}{no.\ de\ habitantes} \quad (Ecuación\ 9)$$

Procediendo con los cálculos explicados anteriormente se inicia con el cálculo de la estimación de población:

2.6.1 Cálculo de estimación de población

En base a la ecuación 6, se calculó la tasa de crecimiento utilizando como base el censo de población del año 1995, en el cual la población de la ciudad de Granada era de 155, 683 habitantes y el del año 2005 en el cual la población era de 168, 186 habitantes.

$$Tasa\ de\ crecimiento = \frac{168,186_{hab} - 155,683_{hab}}{2005_{Año\ censo\ 2} - 1995_{Año\ censo\ 1}} = 1250.3$$

Una vez obtenida la tasa de crecimiento, la estimación de población se calcula utilizando la ecuación 5, tomando como base el censo del año más reciente, en este caso la del año 2005.

$$Pob_{año\ 2011} = 168,186_{hab} + (2011 - 2005) * 1250.3 = 175,688\ hab$$

Al repetir el mismo procedimiento de cálculo para cada año del estudio la estimación de población quedará de la siguiente manera:

Tabla 4. Estimación de población para el departamento de Granada para los años del 2011 al 2016

Estimación de población	
Año	Población (habitantes)
2011	175,688
2012	176,938
2013	178,188
2014	179,439
2015	180,689
2016	181,939

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

Según el cálculo mostrado en la tabla 4, vemos como la población en el departamento de Granada tiende a aumentar en el paso del tiempo, lo que puede llevar a un aumento en la cantidad de accidentes.

2.6.2 Cálculo de índice de accidentabilidad

Tabla 5. Historial de Accidentes de Tránsito en el km 64 al km 80 en Carretera NIC-2 y población del Departamento de Granada en el período 2011-2016

Historial de accidentes y población				
Año	Accidentes	Lesionados	Muertos	Población
2011	31	20	2	175,688
2012	43	27	9	176,938
2013	36	14	4	178,188
2014	42	15	1	179,439
2015	44	13	2	180,689
2016	48	17	6	181,939
Total	244	106	24	

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

Al tomar como base la información presentada en la tabla 5, se procede a reemplazar la información en la ecuación 7, para calcular el índice de accidentabilidad en el año 2011:

$$I_{A/P} = \frac{31 \text{ accidentes} * 100,000}{175,688 \text{ habitantes}} = 17.64$$

2.6.3 Cálculo de índice de morbilidad

Al tomar como base la información presentada en la tabla 5, se procede a reemplazar la información en la ecuación 8, para calcular el índice de morbilidad en el año 2011:

$$I_{morb/P} = \frac{20 \text{ lesionados} * 100,000}{175,688 \text{ habitantes}} = 11.38$$

2.6.4 Cálculo de índice de mortalidad

Al tomar como base la información presentada en la tabla 5, se procede a reemplazar la información en la ecuación 9, para calcular el índice de morbilidad en el año 2011:

$$I_{mort/P} = \frac{2 \text{ muertos} * 100,000}{175,688 \text{ habitantes}} = 1.14$$

Al realizar el cálculo de los diferentes índices para los años del 2011 al 2016, se obtiene la siguiente tabla de resultados:

Tabla 6. Resultados de índices de accidentabilidad, morbilidad y mortalidad para los años del 2011 al 2016

Índices de accidentabilidad, morbilidad y mortalidad por año			
Año	Accidentabilidad	Morbilidad	Mortalidad
2011	17.64	11.38	1.14
2012	24.30	15.26	5.09
2013	20.20	7.86	2.24
2014	23.41	8.36	0.56
2015	24.35	7.19	1.11
2016	26.38	9.34	3.30

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

En la tabla 6, se muestra el resumen del cálculo de los índices de accidentabilidad, morbilidad y mortalidad, para el tramo de carretera del Grajinan al puente Ochomogo entre los años del 2011 al 2016.

Estos indicadores se compararán con los registrados a nivel nacional por el Departamento de Tránsito de la Policía Nacional para el año 2016 (ver tabla 7).

Tabla 7. Comparación entre índices de accidentabilidad, morbilidad y mortalidad encontrados en el tramo el Grajinan – Puente Ochomogo y Nicaragua

Índices	Accidentabilidad	Morbilidad	Mortalidad
En Nicaragua	665	76	13
En tramo Grajinan-Puente Ochomogo	26.8	9.34	3.3
Equivalente en %	4.0	12.3	25.4

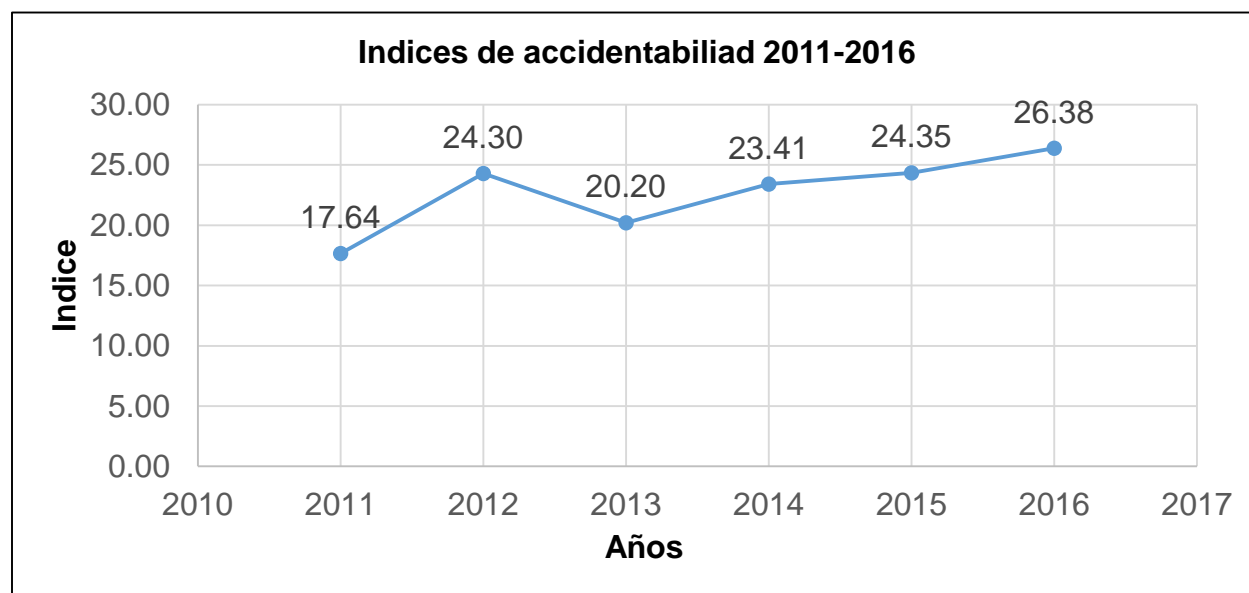
Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de La Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

En la tabla 7, podemos ver que el índice de accidentabilidad encontrado en el tramo equivale al 4% del total del índice a nivel nacional, el de morbilidad corresponde al 12.3% y el de mortalidad al 25.4%.

Para la comparación entre índices se utilizarán los siguientes rangos: bajo; entre el 0% - 15%, moderado; entre el 15% - 30% y alto; por encima del 30%. Tomando como 100% el valor correspondiente al índice a nivel Nacional.

En base a los rangos establecidos, podemos decir que los índices para el año 2016, en el tramo el Grajinan – Puente Ochomogo son los siguientes: accidentabilidad y morbilidad (4% y 12.3%, respectivamente) son bajos y el de mortalidad (25.4%) moderado. Llama la atención que el tramo a pesar de tener un índice de accidentabilidad relativamente bajo (en comparación con el de nivel nacional), su índice de mortalidad sea moderado, lo que indica que los accidentes que ocurren en el tramo son de alta peligrosidad.

Gráfico 15. Índices de accidentabilidad entre los años 2011 al 2016

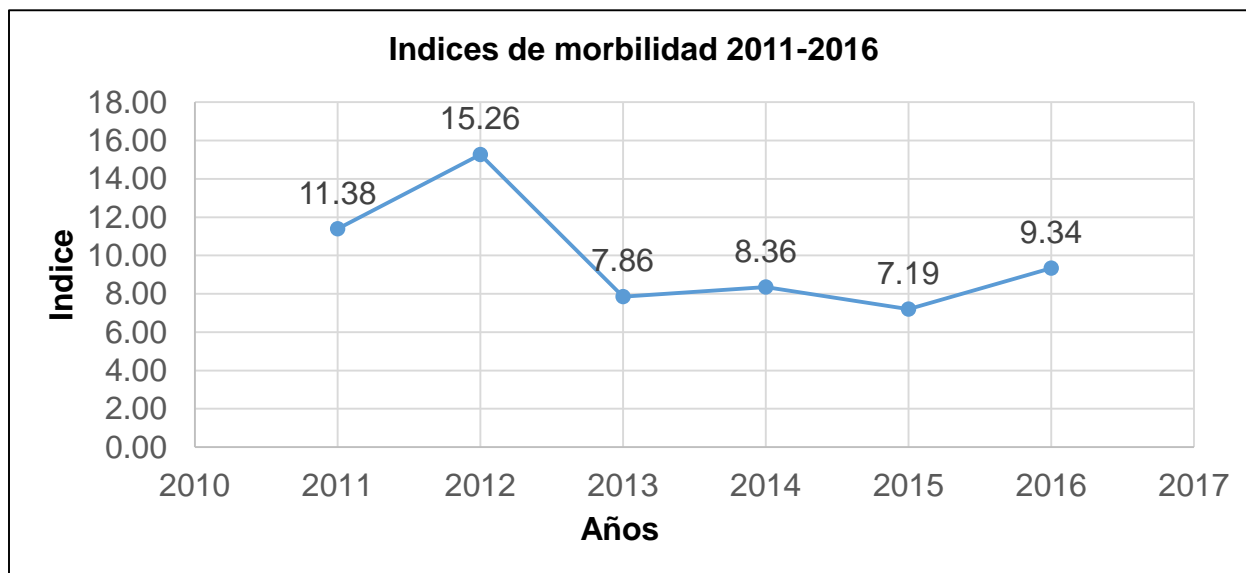


Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

De los resultados mostrados en la tabla 6, podemos graficar el índice de accidentabilidad, donde vemos que la tendencia es aumentar a lo largo del tiempo. El descenso del año 2013, corresponde a la puesta en marcha del “Plan de carretera” por parte de la Policía Nacional de tránsito, donde se incrementó la presencia policial en las carreteras, pese a esto la cantidad de accidentes inicia un ascenso hasta el año 2016.

El valor más alto se registra en el año 2016 con 26.38 accidentes por cada 100,000hab del departamento de Granada.

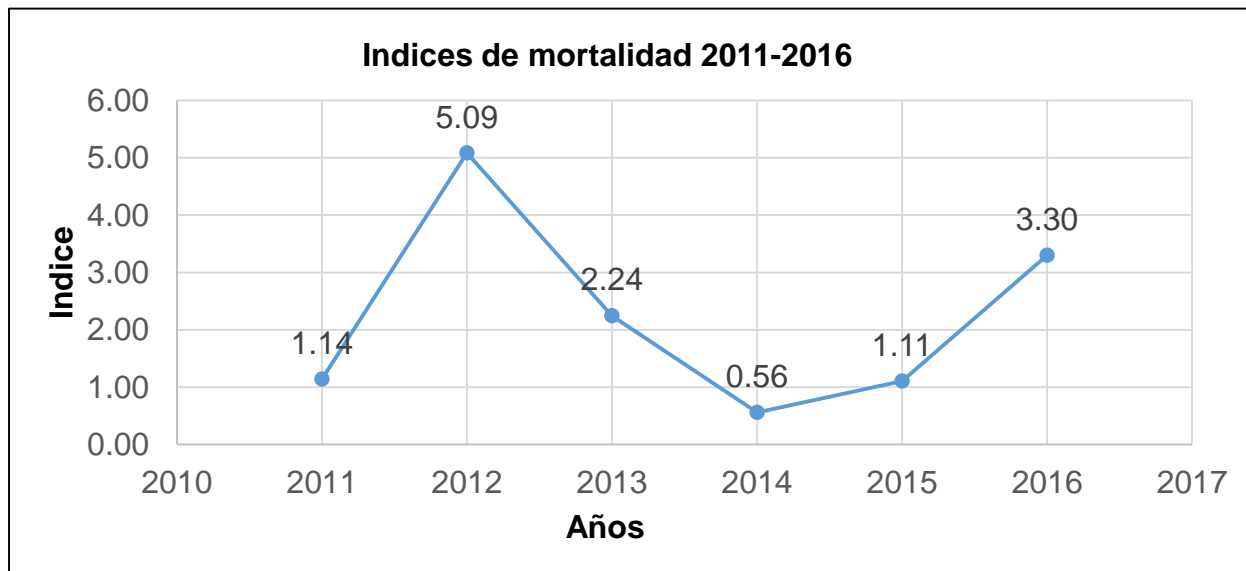
Gráfico 16. Índices de morbilidad entre los años 2011 al 2016



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

De los resultados mostrados en la tabla 6, podemos graficar el índice de morbilidad, donde vemos una considerable reducción en el año 2013, al igual que el índice de accidentabilidad corresponde a la puesta en marcha del “Plan de carretera, desde ese año el índice sea mantenido fluctuante, mostrando un nuevo incremento en el año 2016 donde se registran 9.34 lesionados por cada 100,000hab del departamento de Granada.

Gráfico 17. Índices de mortalidad entre los años 2011 al 2016



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

Con los datos obtenidos en la tabla 6, podemos graficar el índice de mortalidad, donde vemos que el valor más alto se alcanza en el año 2012 y muestra un marcado descenso hasta el año 2014, a partir de este vuelve a ascender, para el año 2016 se registran 3.30 muertes en accidentes de tránsito en el tramo, por cada 100,000hab del departamento de Granada.

Al observar los gráficos 15,16 y 17 vemos como el problema de accidentabilidad y consecuencias humanas va en aumento, siendo necesario proponer cambios en los planes de la Policía Nacional o realizar cambios en la infraestructura vial, para disminuir los índices antes mostrados.

CAPÍTULO III: ESTUDIO DE TRÁFICO

3.1 Introducción

El diseño para toda carretera o para reparación y ampliación de una carretera ya existente, siempre requiere de información sobre la capacidad y la intensidad del movimiento del flujo vehicular que la utiliza y la utilizará hasta el término del periodo seleccionado de diseño.

La medición de los volúmenes de tránsito vehicular se obtiene normalmente y a veces de manera sistemática, por medios mecánicos y/o manuales, a través de conteos o aforos volumétricos del tránsito en las propias carreteras. En las intersecciones, los estudios volumétricos de tránsito clasificados por dirección de los movimientos en los accesos a las mismas, durante periodos de tiempo determinados, proporcionan a su vez los datos básicos necesarios para enfrentar las particulares características de su diseño.

3.2 Aforo vehicular

Al igual que muchos sistemas dinámicos, los medios físicos y estáticos del tránsito, tales como la carretera, las calles, las intersecciones etc., están sujetos a ser solicitados y cargados por los volúmenes de tránsito (motos, vehículos, buses, etc.).

El volumen de tránsito se define como el número de vehículos que pasa por una carretera o vía en un intervalo de tiempo proporcionando la cuantificación de los vehículos transitando en dicho tramo.

La medición de los volúmenes de tránsito vehicular se obtiene normalmente y a veces de manera sistemática, por medios mecánicos y/o manuales, a través de conteos o aforos volumétricos del tránsito en las propias carreteras. Los estudios sobre los volúmenes de tránsito son realizados con el objetivo de recaudar información relacionada con el movimiento de vehículos sobre puntos o secciones específicas dentro de un sistema vial.

3.2.1 Obtención de los volúmenes de tránsito

Con las instrucciones y recomendaciones de la Tutora Ing. Beatriz Torres y el asesor Cmdo. Ing. Solís, decidimos que el conteo vehicular se realizaría en 3 puntos en ambos sentidos de la carretera, siendo los más importantes el inicial y final del tramo.

Los volúmenes de tránsito por dirección de los movimientos, proporcionan los datos básicos que permiten un mejor entendimiento de las propiedades físicas del diseño y el funcionamiento del tramo en estudio.

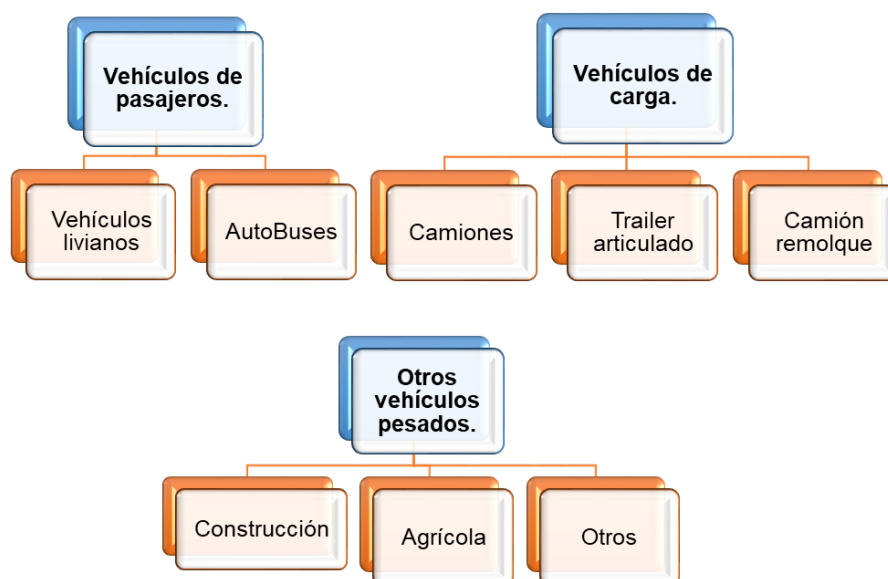
Los conteos vehiculares se realizaron durante 3 días y no toda la semana, porque el tramo de estudio está ubicado lejos de nuestro lugar de habitación (Managua), lo que incurría en gastos económicos muy altos (hospedaje, comida, transporte, copias, etc.), y también por la falta de tiempo al tener que solicitar permisos en nuestros diferentes empleos.

Los conteos se realizaron 2 días entre semana y 1 día fin de semana, domingo porque es cuando se registran el mayor número de accidentes, el lunes y el viernes porque es cuando las personas de los departamentos viajan más desde sus casas hacia sus trabajos en la capital o viceversa.

3.2.2 Volúmenes y clasificación

El formato utilizado para el aforo cuenta con 3 clasificaciones; vehículos de pasajeros, vehículos de carga y vehículos pesados, las cuales cuentan con su propia subclasificación, esto con el fin de tipificar los vehículos que recorren el tramo (el esquema utilizado se muestra en la imagen 1).

Imagen 1. Clasificación de vehículos utilizada para el aforo vehicular



Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos por sustentantes.

El aforo vehicular se realizó durante 12 horas consecutivas de 6:00am a 6:00pm. Para que una sola persona contara dos sentidos se usó un formato donde los vehículos se clasificaron en tres categorías; vehículos livianos, buses y camiones, es decir que los automóviles que recorrieron la carretera en un solo sentido se contabilizaron según las categorías antes mencionadas, en alguna de las 3 columnas del formato (ver tabla 24, anexo IV).

Los conteos se realizaron durante tres días en cada intersección, tomando en cuenta para el estudio sólo el día más crítico en cada punto, como detalla la tabla 8:

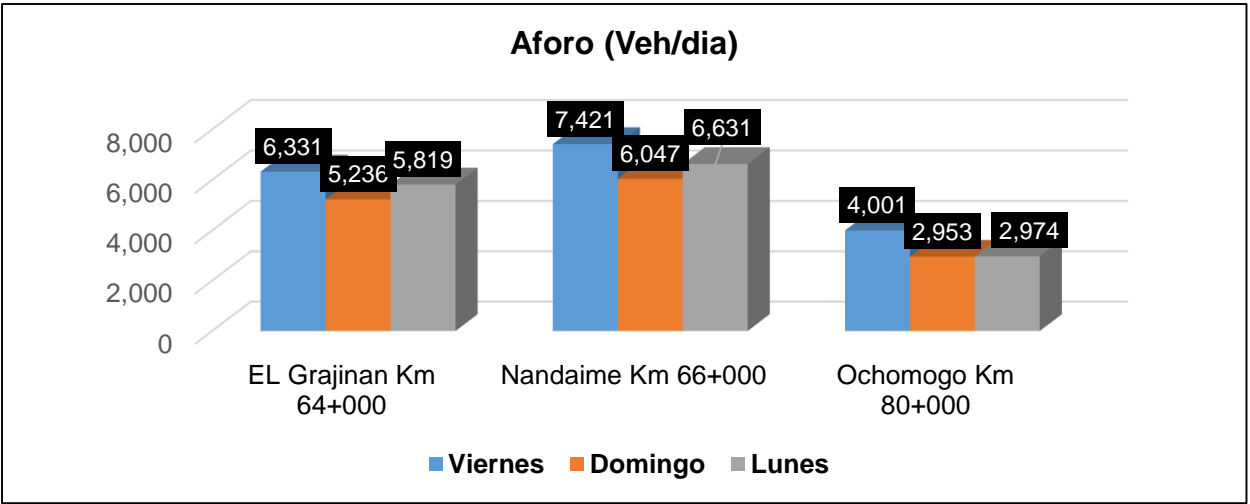
Tabla 8. Resultado del conteo vehicular por día y fecha

Aforo vehicular por día			
Estación	Viernes	Domingo	Lunes
EL Grajinan Km 64+000	6331 veh	5236 veh	5819 veh
Nandaime Km 66+000	7421 veh	6047 veh	6631 veh
Ochomogo Km 80+000	4001 veh	2953 veh	2974 veh

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

En esta tabla se muestra a manera de resumen las cantidades totales de vehículos que pasaron por cada punto de control. Para ver tablas completas de conteo (ver anexos XLVII – LVIII, tablas 50 – 55).

Gráfico 18. Resultado del conteo vehicular por día y fecha



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

Podemos apreciar en el gráfico 18, como en cada punto en donde se realizó el conteo vehicular el día más crítico o de mayor flujo vehicular es el día viernes en todos los puntos del conteo.

Tabla 9. Volúmenes de tránsito en día crítico

Punto de control	Grajinan a Ochomogo	Ochomogo a Grajinan	Total
El Grajinan Km 64+000	3,216	3,115	6,331
Nandaime Km 66+000	3,769	3,652	7,421
Ochomogo KM 80+000	2,058	1,943	4,001
Total	9,043	8,710	17,753

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

Se muestran los resultados del conteo del día crítico en cada uno de los puntos de control. Se aprecia que la mayor circulación en el tramo de estudio, se encuentra en

Nandaime debido a que es una zona urbana y posee un parque vehicular de 3,143 vehículos (dato del año 2015 proporcionado por la Policía Nacional (ver anexo LIX, tabla 56).

Cabe señalar que el tramo en estudio tiene una longitud de 16 kilómetros, una pequeña parte de la carretera panamericana donde transitan vehículos provenientes de ciudades cercanas (Granada, Jinotepe, Nandaime, Rivas y varias comunidades situadas junto a la carretera) y tráfico internacional porque la carretera Panamericana conecta puestos fronterizos. Este tipo de tráfico se registra en ambos sentidos de la carretera.

3.3 Horas pico y factor pico horario

La hora pico se determinó con el método de los volúmenes equivalentes, en los tres puntos de conteo que efectuamos para encontrar la hora de mayor demanda. Se procedió a las sumatorias de vehículos correspondiente para cada segmento del tramo en estudio.

El Factor Pico Horario calculado real, es determinado con la siguiente fórmula:

$$FPH = \frac{VHP}{4 * V_{15}} \text{ (Ecuación 1)}$$

Dónde:

FPH: Factor Pico Horario

VHP: Volumen de Hora Pico

V_{15} : Volumen del periodo de 15 minutos de mayor demanda en la hora pico.

3.3.1 Volumen de tránsito en estaciones de aforo:

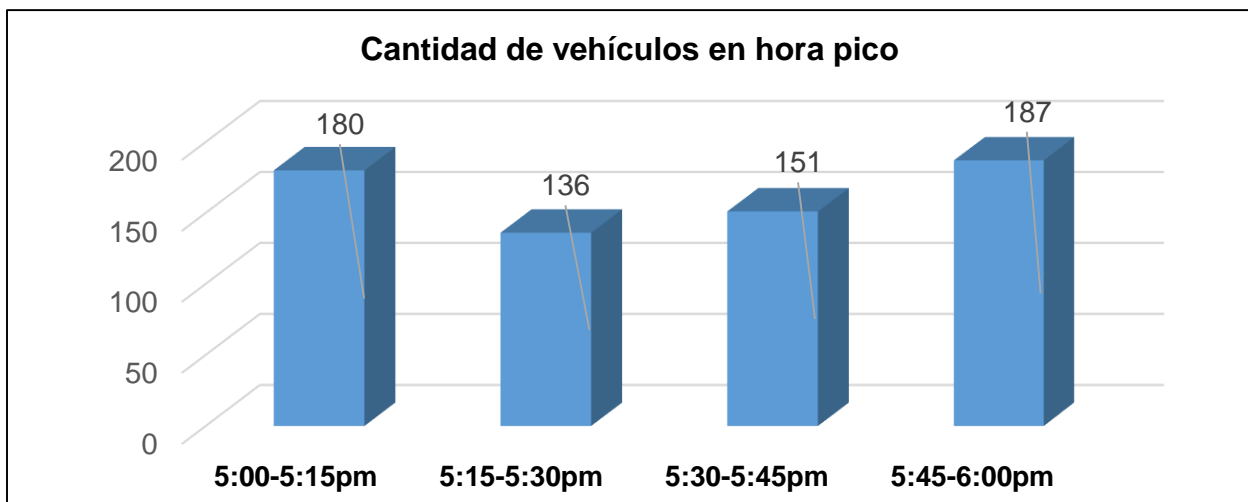
- El Grajinan Km 64+000 carretera sur

Hora pico: 5:00 - 6:00 pm= 654 veh/hora (ver anexo LXIII, tabla 60).

$$FPH = \frac{654}{4 * 187} = 0.874$$

El factor hora pico en el punto del Grajinan es FHP= 0.874, es un valor típico del factor de hora pico, porque el FHP varían entre 0.80 y 0.95, esto significa que, dentro de la hora de máxima demanda, existen periodos cortos de intervalos de 15min con tasas de flujo mayores a la de la hora misma, en donde se exigen las condiciones de máxima demanda.

Gráfico 19. Volumen de tránsito en punto de control en empalme El Grajinan Km 64+000



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

En el gráfico 19 se observa la cantidad máxima de vehículos que pasan por el punto de control en intervalos de 15 minutos (ver anexo LX, tabla 57).

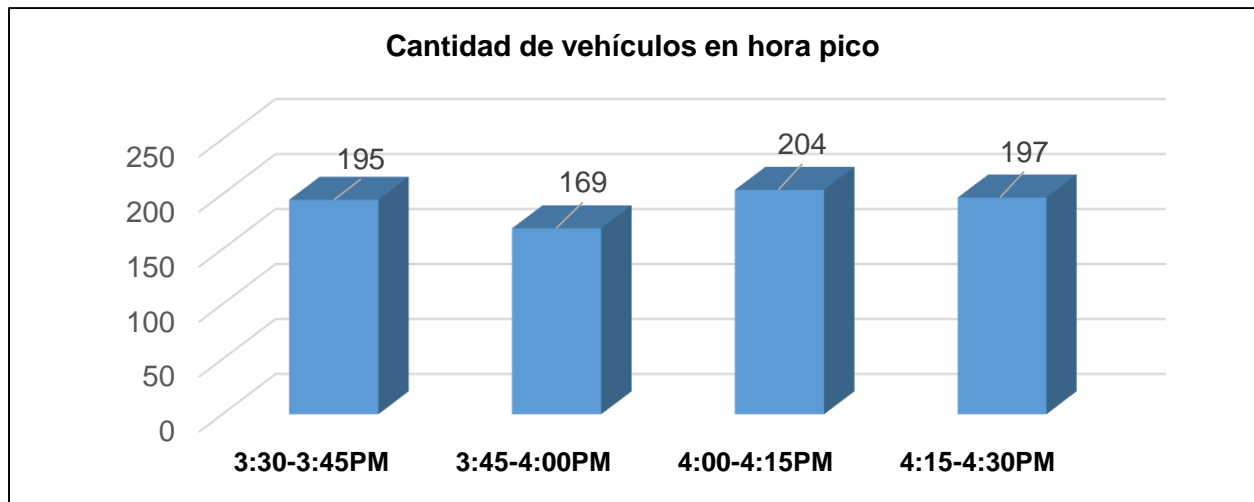
- Nandaime Km 66+000 carretera sur

Hora pico: 3:30 - 4:30 pm= 765 veh/hora (ver anexo LXIV, tabla 61).

$$FPH = \frac{765}{4 * 204} = 0.938$$

El factor hora pico en el punto de Nandaime FHP= 0.938, es un valor típico del factor de hora pico con aproximaciones a la uniformidad, debido que el resultado es más próximo a la unidad, pero esto sigue significando que, dentro de la hora de máxima demanda, existen periodos cortos de intervalos de 15min con tasas de flujo mayores a la de la hora misma, en donde se exigen las condiciones de máxima demanda.

Gráfico 20. Volumen de tránsito en punto de control en Nandaime Km 66+000



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

En el gráfico 20 se observa la cantidad máxima de vehículos que pasan por el punto de control en intervalos de 15 minutos (ver anexo LXI, tabla 58).

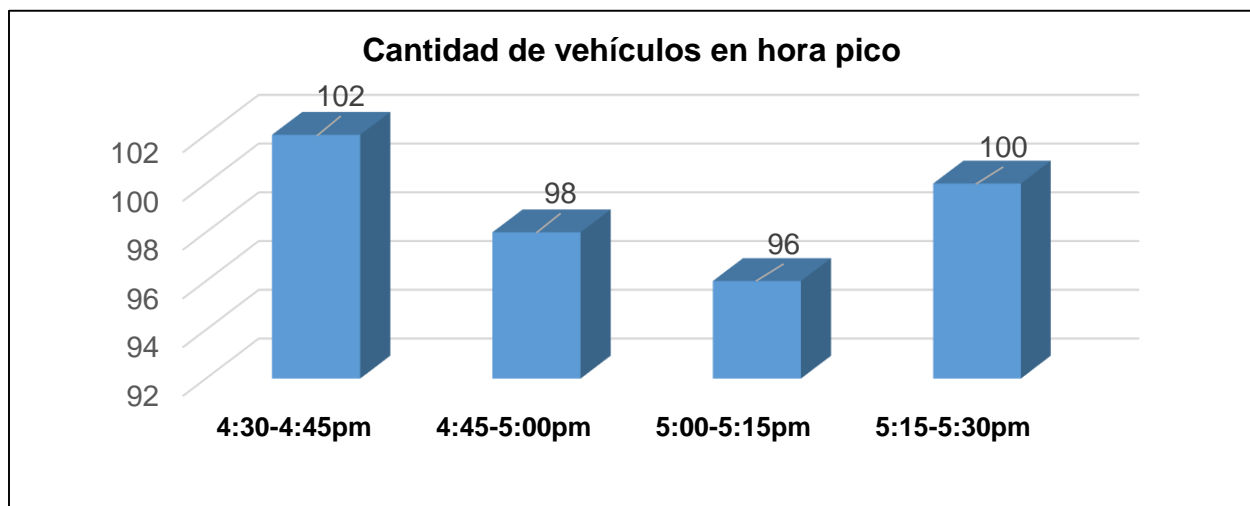
- Ochomogo Km 80+000 carretera sur

Hora pico: 4:30 - 5:30 pm= 396 veh/hora (ver anexo LXV, tabla 62).

$$FPH = \frac{396}{4 * 102} = 0.97$$

El factor hora pico en el punto de Ochomogo FHP= 0.97, es un valor alto con flujos uniformes, debido que el resultado es más próximo a la unidad, esto significa que durante la hora existe un flujo uniforme de flujos máximos durante toda la hora, además de un flujo continuo y de factores típicos de zonas urbanas.

Gráfico 21. Volumen de tránsito en punto de control Ochomogo Km 80+000



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

En el gráfico 21 se observa la cantidad máxima de vehículos que pasan por el punto de control en intervalos de 15 minutos (ver anexo LXII, tabla 59).

3.4 Nivel de servicio

Para medir la calidad del flujo vehicular se usa el concepto de Nivel de Servicio. Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los motoristas y/o pasajeros. Estas condiciones se describen en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido.

El objetivo de analizar la capacidad de la vía es estimar el máximo número de vehículos que el sistema vial puede acomodar con seguridad durante un periodo específico.

The Highway Capacity Manual 2010 establece seis niveles de servicio, identificados subjetivamente por las letras desde la A hasta la F, donde el nivel de servicio A logra un flujo vehicular totalmente libre, mientras que el nivel de servicio F alcanza el flujo forzado que refleja condiciones de utilización a plena capacidad de la vía.

El cálculo del flujo de servicio de la carretera en los tramos de 2 carriles se realiza siguiendo uno de las 3 clases que el manual presenta según los datos del HCM 2010:

Clase I de carreteras de dos carriles: Son carreteras donde los conductores esperan viajar a velocidades relativamente altas; estas son las principales rutas interurbanas, conectores principales de los principales generadores de tráfico, rutas de cercanías diarias, o principales eslabones de redes estatales o carreteras nacionales. Estas sirven sobre todo para viajes de larga distancia, o facilita las conexiones entre las vías que sirven a viajes de larga distancia.

Clase II de carreteras de dos carriles: Son carreteras donde los conductores no necesariamente esperan viajar a altas velocidades, que funcionan como acceso a las carreteras clasificadas como clase I, que actúan como rutas paisajísticas o recreativas (y no como arterias principales), o pasan a través de un terreno accidentado, (donde altas velocidades de operación sería imposible). A menudo sirven para viajes

relativamente cortos, el comienzo o fin de viajes más largos o viajes de turismo que juegan un papel importante.

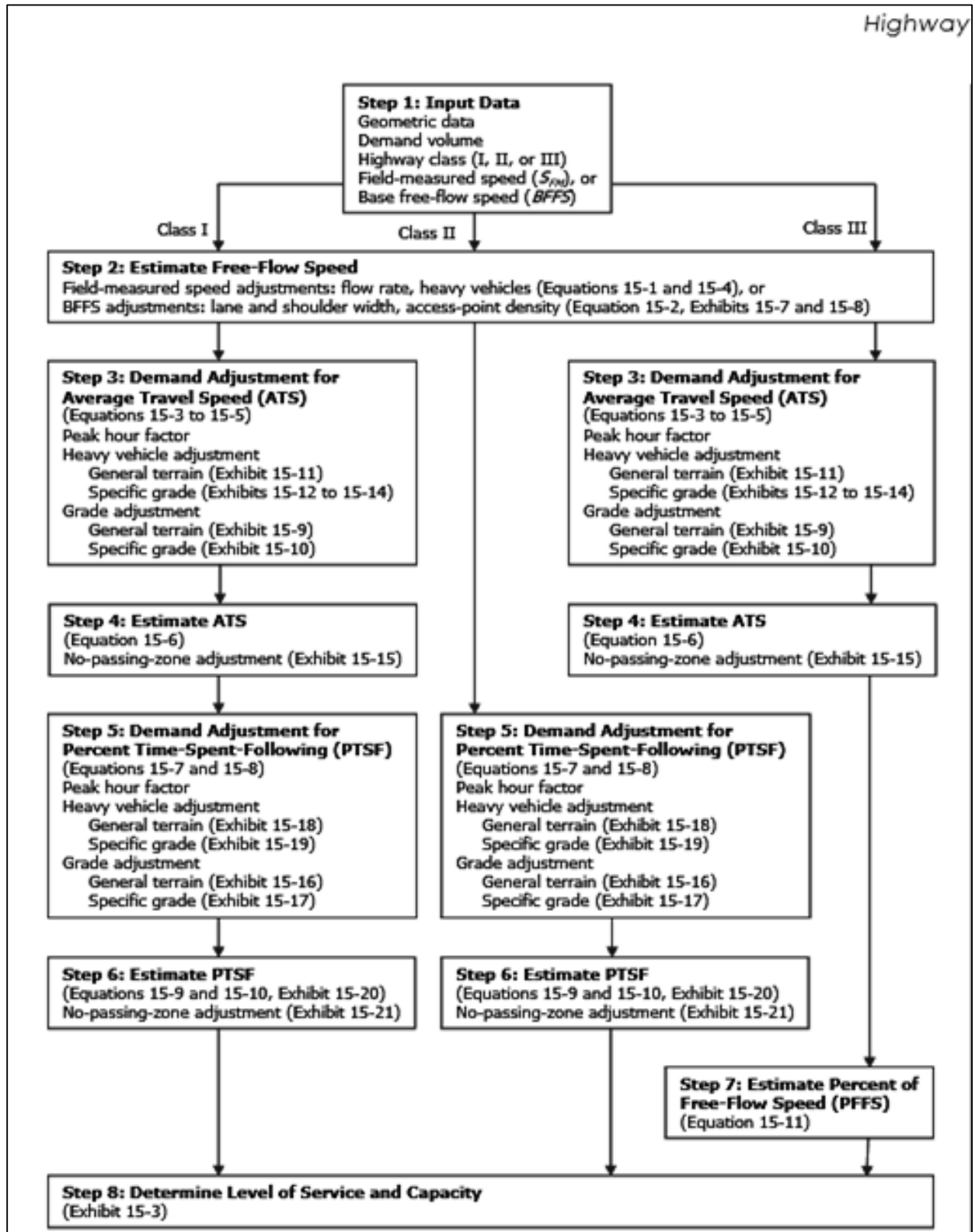
Clase III de carreteras de dos carriles: Son carreteras que sirven a áreas moderadamente desarrolladas. Pueden ser tramos de carreteras de dos carriles Clase I o Clase II que pasan a través de las pequeñas ciudades o zonas recreativas desarrolladas. En tales segmentos, el tráfico local a menudo se mezcla con el tráfico de paso y la densidad de los puntos de acceso a la carretera no semaforizados es notablemente mayor que en una zona rural. También pueden ser segmentos de tramos más largos que pasan a través de áreas recreativas, también con el aumento de densidades. Estos tramos son a menudo acompañados por límites de velocidad reducidos que reflejan el mayor nivel de actividad.

Nuestro tramo de carretera es de dos carriles, ubicado en el departamento de Granada, en la carretera sur NIC-2, entre el km 64 al km 80 (del empalme el Grajinan al puente Ochomogo), presenta las siguientes características:

- El tramo en estudio sirve para que los usuarios de los vehículos se desplacen grandes longitudes de viajes.
- Es una troncal principal que forma parte de la red vial de Centroamérica.
- Permite a los usuarios de los vehículos alcanzar altas velocidades en su desplazamiento.
- Y posee un TPDA mayor de 1,000 vehículos/día.

Estas características hacen que nuestro tramo de 2 carriles sea clase I, lo cual según el The Highway Capacity Manual 2010, se deben seguir 7 pasos para determinar el nivel de servicio en el cual se encuentra (ver imagen 2).

Imagen 2. Diagrama de flujo de la autopista de dos carriles



Fuente: Capítulo 15, anexo 15-6, The Highway Capacity Manual 2010.

Datos del tramo el Grajinan estación 64+000

Paso 1: Datos de entrada

Para el cálculo de niveles de servicio, se utilizó el The Highway Capacity Manual 2010, el primer paso es determinar las características físicas y el comportamiento vehicular del tramo en estudio, estos se obtienen a partir del inventario vial y el aforo vehicular. Los datos necesarios para el cálculo son:

Tabla 10. Datos de entrada

N°	DATOS	OBSERVACIONES
1	Terreno plano	Véase tabla 15.
2	Velocidad de carretera (mi/hr): 50 mi/hr	Véase anexo LXXXIII - LXXXVI, tabla 77.
3	Ancho de carriles (pie): 11 pie	Véase tabla 16.
4	Ancho de hombros (pie): 2 pie	Véase tabla 16.
5	Restricción de rebase: 50%	Véase anexo CXII - CXV, tabla 82 y véase tabla 20.
6	Condición base (mi/hr): 10 mi/hr	Capítulo 15, The highway capacity manual 2010.
7	División direccional: 50/50	Véase tabla 9.
8	Porcentaje de vehículos pesados (trucks): 26 %	Véase anexo XLVIII – LVIII, tablas de la 50 – 55.
9	Factor hora pico (PHP): 0.874	Véase pág. 42.
10	Volumen de máxima demanda (veh/hr): 654 veh/hr	Véase anexo LXIII, tabla 60.
11	Vehículos recreativos (RVs):	La clasificación RV cubre los vehículos como: casas rodantes y automóviles o pequeños carros que llevan remolques según el capítulo 15, The highway capacity manual 2010, debido que no se contabilizaron vehículos de este tipo en el aforo vehicular, su porcentaje es 0%.

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

Paso 2: Determinación de la velocidad a flujo libre (FFS)

$$\mathbf{FFS = BFFS - f_{LS} - f_A} \text{ (Ecuación 10)}$$

Fuente: Ecuación 15 – 2, The Highway Capacity Manual 2010.

Donde:

- FFS = Velocidad a flujo libre (mi/h).
- BFFS = Velocidad a flujo libre básica (mi/h).
- f_{LS} = Factor de ajuste por ancho de hombro (mi/h).
- f_A = Factor de ajuste por densidad de puntos de acceso (mi/h).

• Velocidad a flujo libre básica (BFFS)

$$\mathbf{BFFS = Velocidad\ límite + Condición\ base} \text{ (Ecuación 11)}$$

Fuente: Ecuación 15 – 2, The Highway Capacity Manual 2010.

- $BFFS = 50 + 10$
- $BFFS = 60 \text{ mi/h}$

• Factor de ajuste por ancho de hombro (f_{LS})

Para la determinación de este factor, se utiliza el ancho de carril y el ancho de hombro. De la tabla 10, el ancho de carril en el punto de estudio es de 11 pies y el ancho de hombro es 2 pies. Al buscar estos valores en los rangos (véase anexo LXVII, tabla 65), extraemos el factor de ajuste por ancho de hombro (f_{LS})= 3.0 mi/hr

- **Factor de ajuste para la densidad del punto de acceso (f_A)**

Para el cálculo de f_A , se utilizan el número de intersecciones presentes en el punto, en este caso tenemos dos intersecciones de 7.5 metro de ancho, para esta cantidad de intersecciones se debe interpolar el valor f_A (Véase anexo LXVII, tabla 66). Debido a que la cantidad de intersecciones se encuentra entre 0 y 10, al realizar la interpolación el resultado es $f_A = 0.5 \text{ mi/h}$.

Una vez calculada la velocidad a flujo libre básica (BFFS), el factor de ajuste por ancho de hombro (f_{LS}) y factor de ajuste para la densidad del punto de acceso (f_A), podemos calcular la velocidad a flujo libre (FFS), de la siguiente manera:

El cálculo de la velocidad a flujo libre (FFS), se expresa de la siguiente manera:

$$FFS = 60 \frac{\text{mi}}{\text{h}} - 3 \frac{\text{mi}}{\text{h}} - 0.5 \frac{\text{mi}}{\text{h}} = 56.5 \text{ mi/h}$$

Paso 3: Ajuste al volumen de demanda por velocidad promedio (ATS)

$$V_{i,ATS} = \frac{V_i}{FHP * f_{g,ATS} * f_{HV,ATS}} \quad (\text{Ecuación 12})$$

Fuente: Ecuacion 15 – 3, The Highway Capacity Manual 2010.

Donde:

- $V_{i,ATS}$ = Porcentaje de flujo de demanda i para calcular la velocidad media de recorrido ATS (pc/h).
- i = “d” (análisis en la dirección) ó “o” (dirección opuesta).
- V_i = Volumen de demanda para la dirección i (veh/h).
- $f_{g,ATS}$ = Factor de grado de ajuste.

- $f_{HV, ATS}$ = Factor de ajuste por vehículos pesados.
- FHP= (Factor de hora pico).
- V_{vpn} = variación en el flujo vehicular horario PHF.

- **Factor de grado de ajuste de pendiente ATS (fg, ATS)**

El factor de grado de ajuste, se calcula utilizando el volumen de la máxima demanda para una dirección. En el punto de estudio la división direccional es de 50/50, por lo tanto, el valor de máxima demanda se divide entre 2.

$$V_{vpn} = \frac{VMD/2}{FHP} \text{ (Ecuación 13)}$$

De la tabla 10, se obtienen los valores de volumen de máxima demanda y el factor de hora pico, dando como resultado:

$$V_{vpn} = \frac{(654/2)}{0.874} = 374$$

El resultado del factor de grado de ajuste es 374, se encuentra entre los valores 300 y 400 (véase anexo LXVII, tabla 67), y dado que las pendientes del tramo de estudio se encuentran entre 1% y 3% el terreno se considera plano.

Al realizar una interpolación con los valores mostrados en la tabla de anexo LXVII, tabla 67, el resultado de 1.00.

- **Factor de ajuste por vehículos pesados**

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)} \quad (\text{Ecuación 14})$$

Fuente: Ecuación 15 – 4, The Highway Capacity Manual 2010.

Donde:

- $f_{HV,ATS}$ = Factor de ajuste por vehículos pesados para calcular la velocidad de desplazamiento promedio (ATS).
- PT = Porcentaje de vehículos pesados en el flujo vehicular (decimal).
- PR = Porcentaje de RVs en el flujo vehicular (decimal).
- ET = Equivalente de vehículos de pasajeros por vehículos pesados.
- ER = Equivalente de vehículos de pasajeros por RV.

Los valores PT y ER se pueden encontrar en la tabla 10. Para el cálculo del E_T , se utiliza el factor de grado de ajuste ($f_{g,ATS}$), en el anexo LXIX, tabla 69 y se interpola el valor en la columna de terreno plano, porque las pendientes del tramo se encuentra entre el 1% y el 3% y según el anexo LXIX, tabla 69, el ER se considera 1 para todos los flujos.

Al realizar la interpolación, del valor equivalente de vehículos de pasajeros por vehículos pesados (ET), en el anexo LXIX, tabla 69, el resultado es igual a 1.37. Por lo tanto, al sustituir los valores anteriores en la ecuación 14, el cálculo de Factor de ajuste por vehículos pesados se expresa de la siguiente manera:

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + 0.26(1.326 - 1) + 0(1 - 1)} = 0.922$$

Una vez calculados los factores de grado de ajuste y de ajuste por vehículos pesados, se sustituyen en la ecuación 12, para calcular el ajuste al volumen de demanda por velocidad promedio (ATS).

Al sustituir los valores en la ecuación 12, el cálculo de la velocidad promedio (ATS), se expresa de la siguiente manera:

$$V_{iATS} = \frac{327}{0.874 * 1 * 0.922} = 406 \text{ veh/hr}$$

El volumen de demanda por velocidad se calcula, para cada una de las direcciones, pero dado que en el punto de estudio la distribución direccional es del 50/50, la demanda de velocidad promedio se considera igual para ambas direcciones, por lo tanto:

$$V_{d,ATS} = V_{o,ATS} = 406 \text{ veh/hr}$$

Paso 4: Cálculo de velocidad promedio (ATS).

$$ATS_D = FFS - 0.00776(V_D + V_O) - f_{np,ATS} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Fuente: Ecuación 15 – 6, The Highway Capacity Manual 2010.

Donde:

- ATS_d = Velocidad promedio de marcha en la dirección analizada (mi/h).
- FFS = Velocidad a flujo libre (mi/h).
- $V_{d,ATS}$ = Porcentaje de flujo de demanda para determinar ATS en la dirección de análisis (Veh/hr).

$V_{o, ATS}$ = Porcentaje de flujo de demanda para determinar ATS en la dirección opuesta (Veh/hr).

- $f_{np, ATS}$ = Factor de ajuste para determinar el porcentaje de zonas de no rebase en la dirección de análisis.

La velocidad a flujo libre (FFS), se obtiene del paso dos de este ejercicio, para encontrar el resto de elementos de la ecuación 1, se utiliza el porcentaje de zona de no rebase (obtenido de la tabla 10), en el anexo LXVIII, tabla 68, para interpolar los porcentajes de flujo de demanda en la dirección de análisis ($V_{d, ATS}$), porcentajes de flujo de demanda en la dirección opuesta ($V_{o, ATS}$) y el factor de ajuste ($f_{np, ATS}$).

Para la utilización del anexo LXVIII, tabla 68, se necesita el porcentaje de no rebase del punto de estudio y el FFS. Para el punto del Grajinan el porcentaje de no rebase es de 50%, el FFS= 56.5 mi/h.

En el anexo LXVIII, tabla 68, se muestran los rangos donde se realizaron las interpolaciones, como resultado la ecuación 1 se expresa de la siguiente manera:

$$ATS = 56.5 - 0.00776(406 + 406) - 2.07$$

$$ATS = 48.13 \text{ mi/h}$$

Paso 5: Ajuste en el flujo vehicular por demoras por no rebase PTSF

$$V_{i, PTSF} = \frac{V_i}{PHF * f_{g, PTSF} * f_{HV, PTSF}} \quad (\text{Ecuación 15})$$

Fuente: Ecuación 15 – 7, The Highway Capacity Manual 2010.

$$F_{HV, PTSF} = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)} \quad (\text{Ecuación 16})$$

Fuente: Ecuación 15 – 8, The Highway Capacity Manual 2010.

- $V_{i, PTSF}$ = Porcentaje de flujo de demanda i para la determinación del porcentaje de demoras.
- i = "d" (análisis en la dirección) o "o" (dirección opuesta).
- $f_{g, PTSF}$ = Factor de ajuste por pendiente para determinar el porcentaje de demoras.
- $f_{HV, PTSF}$ = Factor de ajuste por vehículos pesados para determinar el porcentaje de demoras.

- **Factor de grado de ajuste por pendiente**

El factor de grado de ajuste se calcula utilizando el volumen de la máxima demanda para una dirección. En el punto de estudio la división direccional es de 50/50, por lo tanto, el valor de máxima demanda se divide entre 2.

$$V_{vpn} = \frac{VMD/2}{FHP}$$

De la tabla 10, se obtienen los valores de volumen de máxima demanda y el factor de hora pico, dando como resultado:

$$V_{vpn} = \frac{327}{0.874} = 374$$

El resultado del factor de grado de ajuste es 374, se encuentra entre los valores 300 y 400 del anexo LXIX, tabla 70 y dado que las pendientes del tramo de estudio se encuentran entre 1% y 3% el terreno se considera plano.

Al realizar una interpolación con los valores mostrados en el anexo LXIX, tabla 70, el resultado es 1.00.

- **Factor de ajuste por vehículos pesados**

$$F_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)} \quad (\text{Ecuación 17})$$

Fuente: Ecuación 15 – 8, The Highway Capacity Manual 2010.

Donde:

- $F_{Hrvp, PTSF}$ = Factor de ajuste por vehículos pesados para calcular el porcentaje de demora (PTSF).
- PT = Porcentaje de vehículos pesados en el flujo vehicular (decimal).
- PR = Porcentaje de RVs en el flujo vehicular (decimal).
- ET = Equivalente de vehículos de pasajeros por vehículos pesados.
- ER = Equivalente de vehículos de pasajeros por RV.

Los valores PT y PR se pueden encontrar en la tabla 10. Para el cálculo del E_T , se utiliza el factor de grado de ajuste ($F_{g,PTSF}$), en la tabla 28 y se interpola el valor en la columna de terreno plano, porque las pendientes del tramo se encuentra entre el 1% - 3% y el ER es 1 para todos los flujos según el anexo LXX, tabla 71.

Al realizar la interpolación del valor equivalente de vehículos de pasajeros por vehículos pesados (E_T), en el anexo LXX, tabla 71, el resultado es igual a 1.1.

Por lo tanto, al sustituir los valores anteriores en la ecuación 17, el cálculo de Factor de ajuste por vehículos pesados se expresa de la siguiente manera:

$$F_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + 0.26(1.1 - 1) + 0(1 - 1)}$$

$$F_{HV,PTSF} = 0.975$$

Una vez calculados los factores de grado de ajuste y de ajuste por vehículos pesados, se sustituyen en la ecuación 15, para calcular el ajuste al volumen de demanda por porcentaje de (PTSF), por lo que la ecuación se expresa de la siguiente manera:

$$V_{i,PTSF} = \frac{327}{0.874 * 1 * 0.975} = 378 \text{ v/h}$$

El volumen de demanda por porcentaje de demora se calcula, para cada una de las direcciones, pero dado que en el punto de estudio la distribución direccional es del 50/50, la demanda del porcentaje de demora se considera igual para ambas direcciones, por lo tanto:

$$V_{d,PTSF} = V_{o,PTSF} = 384 \text{ veh/hr}$$

Paso 6: Cálculo del porcentaje de demoras siguiendo PTSF

$$PTSF_d = BPTSF_d + f_{np,PTSF} \left(\frac{V_{d,PTSF}}{V_{d,PTSF} + V_{o,PTSF}} \right) \text{ (Ecuacion 3)}$$

Fuente: Ecuación 15 – 9, The Highway Capacity Manual 2010.

Donde:

- $PTSF_d$ = Porcentaje de demora en siguiendo en la dirección analizada (decimal).
- $BPTSF_d$ = Porcentaje base de demora en siguiendo en la dirección analizada.
- $f_{np,PTSF}$ = Factor de ajuste del porcentaje de demoras siguiendo (PTSF) por el porcentaje de zonas de no rebase en el tramo analizado.
- $V_{d, PTSF}$ = Porcentaje de Flujo de demanda en la dirección analizada para determinar PTSF (v / h).

- $V_{0, PTSF}$ = Porcentaje de Flujo de demanda en la dirección opuesta a la analizada para determinar PTSF (v / h).

- **Porcentaje base de demora en siguiendo en la dirección analizada ($BPTSF_d$)**

Para el cálculo del porcentaje de demora se utiliza la siguiente ecuación:

$$BPTSF_d = 100[1 - \exp(av_d^b)] \text{ (Ecuación 18)}$$

Fuente: Ecuación 15 – 10, The Highway Capacity Manual 2010.

Para la obtención de los coeficientes **a** y **b**, se utiliza el factor de demora por pendiente, en la tabla 72 del anexo LXX y se realiza una interpolación para obtención de los valores.

Al realizar la interpolación en la tabla 72 del anexo LXX, los coeficientes obtenidos son los siguientes:

Coeficiente *a*: - 0.0021

Coeficiente *b*: 0.928

El volumen de demanda por velocidad (v), se extrae del paso 5 y al sustituir estos valores en la ecuación 18, se expresa de la siguiente manera:

$$BPTSF_d = 100[1 - \exp(-0.0021 * 384^{0.928})] = 41.2\%$$

Dada la división direccional del 50/50 en el punto de estudio el porcentaje de demora es igual para ambas direcciones.

$$BPTSF_d = BPTSF_o = 41.2\%$$

- **Factor de ajuste para zona sin paso (fnp, PTSF)**

Este se debe interpolar en dos variables en la tabla 73 (ver anexo LXXI), se ingresa con un 50% de zonas de no paso, una división de tráfico 50/50 direccional y una tasa de flujo de demanda bidireccional total de $384 + 384 = 768$ veh/h.

Al sustituir los valores en la ecuación 2, esta se expresa de la siguiente forma:

$$PTSF_d = 41.2 + 43.528 \left(\frac{384}{384 + 384} \right) = 62.97\%$$

Debido a que la división direccional en el punto es de 50/50, entonces el resultado del porcentaje de demoras siguiendo PTSF es igual para ambas direcciones.

$$PTSF_d = PTSF_o = 62.97\%$$

Paso 7: Estimación del Porcentaje de velocidad a flujo libre (PFFS)

Este paso solo se aplica para carretera clase 3 y dado que el tramo de carretera en estudio es clase 1, no se realiza este paso.

Paso 8: Determinación de los Niveles de Servicio y la Capacidad

Tabla 11. Niveles de servicio para carretera de dos carriles

LOS	Carretera de clase I		Carretera de clase II	Carretera de clase III
	ATS (mi/h)	PTSF (%)	PTSF (%)	PFFS (%)
A	> 55	≤ 35	≤ 40	> 91.7
B	> 50 - 55	> 35 - 50	> 40 - 55	> 83.3 - 91.7
C	> 45 - 50	> 50 - 65	> 55 - 70	> 75.0 - 83.3
D	> 40 - 45	> 65 - 80	> 70 - 85	> 66.7 - 75.0
E	≤ 40	> 80	> 85	≤ 66.7

Fuente: Capítulo 15, anexo 15-3, The Highway Capacity Manual 2010.

La velocidad promedio (ATS) y Porcentaje de tiempo siguiendo PTSF, en caso de ser diferente se escogerá el de peor servicio. En nuestro caso ambos niveles de servicio se encuentran en el nivel de servicio C para ambas direcciones ya que la división direccional es 50/50.

- $ATS = 48.13 \text{ mi/h}$ Clasificación >45-50 nivel de servicio C.
- $PTSF_d = PTSF_o = 62.97\%$ Clasificación >50%-65% nivel de servicio C.

En nivel de servicio C, la mayoría de los vehículos están viajando en filas. Las velocidades se reducen notablemente en las tres clases de carreteras.

Capacidad:

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + 0.08(1.37 - 1) + 0(1 - 1)}$$

$$f_{HV,ATS} = 0.922$$

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + 0.08(1.1 - 1) + 0(1 - 1)}$$

$$f_{HV,PTSF} = 0.975$$

$$c_{d,ATS} = 1,700 * f_{g,ATS} * f_{HV,ATS} \text{ (Ecuación 19)}$$

Fuente: Ecuación 15 – 12, The Highway Capacity Manual 2010.

$$c_{d,PTSF} = 1,700 * f_{g,PTSF} * f_{HV,PTSF} \text{ (Ecuación 20)}$$

Fuente: Ecuación 15 – 13, The Highway Capacity Manual 2010.

Donde:

- C_{dATS} = Capacidad en la dirección de análisis bajo condiciones básicas en la velocidad de desplazamiento promedio (ATS) (v / h).
- C_{dPTSF} = Capacidad en la dirección de análisis en las condiciones básicas con el porcentaje de tiempo gastado siguiendo (PTSF) (v / h).

$$c_{d,ATS} = 1,700 * 1 * 0.922$$

$$c_{d,ATS} = 1567 \text{ veh/hr}$$

$$c_{d,PTSF} = 1,700 * 1 * 0.975$$

$$c_{d,PTSF} = 1683 \text{ veh/hr}$$

La capacidad direccional de esta estación es de 1,567veh/hr. Dada la distribución direccional 50/50, la capacidad bidireccional del segmento es $1,567+1,567= 3,134\text{veh/hr}$. Como esto no excede la capacidad límite de 3,200 veh/hr (según el The highway capacity manual 2010), la capacidad direccional se puede lograr con una distribución direccional 50/50 para el análisis ATS.

Se espera que el segmento de autopista de dos carriles, como se describe, opere regular, dentro del nivel C. La demanda es de $406/1,567 = 0.26$ de capacidad. Tanto el ATS como el PTSF están en niveles aceptables (48.13 mi/hr y 62.97%, respectivamente).

Tabla 12. Resultados de niveles de servicio

Datos	Grajinan 64+000	Nandaime 66+000	Ochomogo 80+000
FFS	56.5 mi/hr	56.9 mi/hr	55.3 mi/hr
Vi,ATS	406 veh/hr	434 veh/hr	240 veh/hr
ATS	48.13mi/h	48.20 mi/hr	48.76 mi/hr
Vi,PTSF	378 veh/hr	416 veh/hr	211 veh/hr
PTSF	62.97%	64.83%	51.43%
NS(ATS)	C	C	C
NS(PTSF)	C	C	C
Cd,ATS	1,567 veh/hr	1,597 veh/hr	1449 veh/hr
Cd,PTSF	1,683 veh/hr	1,666 veh/hr	1643 veh/hr

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 12, nos presenta los resultados obtenidos a través del cálculo elaborado con ayuda del HCM 2010, en el cual podemos apreciar el nivel de servicio en el cual el tramo se desarrolla y la capacidad que presenta en ambas direcciones en cada uno de los puntos. En anexos LXVI, Tablas 63-64, ver los datos de las estaciones Nandaime 66+000 y Ochomogo 80+000.

CAPÍTULO IV: ESTUDIO DE VELOCIDAD

4.1 Introducción

La velocidad se ha convertido en uno de los principales indicadores utilizados para medir la calidad de la operación a través de un sistema de transporte. A su vez, los conductores, considerados de una manera individual, miden parcialmente la calidad de su viaje por su habilidad y libertad en conservar uniformemente la velocidad deseada. La importancia de la velocidad, como elemento básico para el proyecto de un sistema vial, queda establecida por ser un parámetro de cálculo de la mayoría de los demás elementos del proyecto.

Finalmente, un factor que hace a la velocidad muy importante en el tránsito es que la velocidad de los vehículos actuales ha sobrepasado los límites para los que fue diseñada la carretera actual y las calles, por lo que la mayor parte de los reglamentos resultan obsoletos.

Así, por todas las razones anteriores, la velocidad debe ser estudiada, regulada y controlada con el fin de que origine un perfecto equilibrio entre el usuario, el vehículo y la vía, de tal manera que siempre se garantice la seguridad.

En general, el término de velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, generalmente expresada en km/h.

Para el caso de una velocidad constante, ésta se define como una función lineal de la distancia y el tiempo, expresada por la fórmula:

$$V = \frac{D}{T} \text{ (Ecuación 4)}$$

Dónde:

v = velocidad constante (kilómetros por hora).

d = distancia recorrida (kilómetros).

t = tiempo de recorrido (horas).

4.1 Estudios de Velocidad de Punto:

El método manual más utilizado para el registro de las velocidades de punto es el del cronómetro, en el cual sobre una distancia determinada (50, 75 ó 100 metros) que se ha marcado con dos rayas de gis o pintura en el pavimento, se miden los tiempos que tardan los vehículos en recorrerla.

El observador se sitúa en un lugar conveniente entre las marcas, cuando las ruedas delanteras de un determinado vehículo pasan sobre la primera marca, el observador inicia la marcha del cronómetro, y cuando el mismo vehículo toca la segunda marca con las ruedas delanteras, se detiene la marcha del cronómetro. La velocidad se obtiene dividiendo la distancia prefijada, en metros, entre el tiempo que se requirió para recorrerla, en segundos y décimos de segundo. El resultado obtenido, en metros por segundo, se convierte a kilómetros por hora.

4.2 Levantamiento de estudio de campo

El estudio se realizó teniendo en cuenta la ley 431, para el régimen de circulación vehicular e infracciones de tránsito, art. 74 de la violación a los límites legales de velocidad, se considera que una persona conduce a exceso de velocidad cuando el dispositivo radar detector de velocidad, indique que el vehículo que se controla, circula a una velocidad tal que, excede en un diez por ciento (10%) el límite de velocidad establecido en la señalización existente en la vía que se controla.

El tamaño de muestra para el estudio de velocidad, equivale al 10% del TPDA de una estación de conteo sobre el tramo en estudio, de no haber una, es posible utilizar el de una estación cercana. En nuestro caso, la estación más cercana es la estación 205 del MTI, ubicada entre Jinotepe – Nandaime, según el anuario del MTI el TPDA de esta

estación es de 2602 (dato del 2012), por lo que el tamaño de muestra debería de ser de 260 vehículos, dada la antigüedad del TPDA, para nuestro estudio se tomará una muestra de 300 vehículos.

Para realizar nuestro estudio de velocidad acudimos a ubicarnos en los puntos de señalizaciones de límites de velocidad máxima (80 km/h), velocidad mínima (60 km/h), velocidad máxima en zona urbana (45 km/h) y velocidad máxima en zona escolar (25 km/h).

Se realizó un conteo de 75 vehículos en cada uno de los puntos antes mencionados, con una distancia de 100mts, se marcaron punto inicial y punto final para llevar cronometrado el tiempo de recorrido en los 100mts y así determinar la velocidad con la que el automotor se desplaza y verificar si cumple o no cumple con las señalizaciones de límites de velocidad.

Tabla 13. Resumen de levantamiento para estudio de velocidad

Tipos de vehículos	Señal 25 kph		Señal 45 kph		Señal 60 kph		Señal 80 kph		Total / tipo
	Excede	No excede	Excede	No	Excede	No	Excede	No	
Bus	4.0	0.0	0.0	6.0	1.0	5.0	1.0	5.0	22.0
C2	7.0	0.0	0.0	4.0	0.0	3.0	0.0	8.0	22.0
C3	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
Camión	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	3.0	5.0
Camión ligero	11.0	0.0	0.0	4.0	1.0	5.0	0.0	6.0	27.0
Caponera	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0
Jeep	9.0	0.0	2.0	6.0	1.0	1.0	1.0	2.0	22.0
Microbús	1.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
Moto	12.0	0.0	1.0	5.0	0.0	17.0	0.0	7.0	42.0
Otro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0
Pick up	13.0	0.0	1.0	15.0	5.0	12.0	4.0	10.0	60.0
T3 S2	3.0	0.0	0.0	4.0	0.0	6.0	0.0	9.0	22.0
T3 S3	3.0	0.0	0.0	6.0	0.0	1.0	0.0	6.0	16.0
Auto	12.0	0.0	3.0	13.0	2.0	12.0	5.0	8.0	55.0
Total	75.0	0.0	7.0	68.0	10.0	65.0	11.0	64.0	300

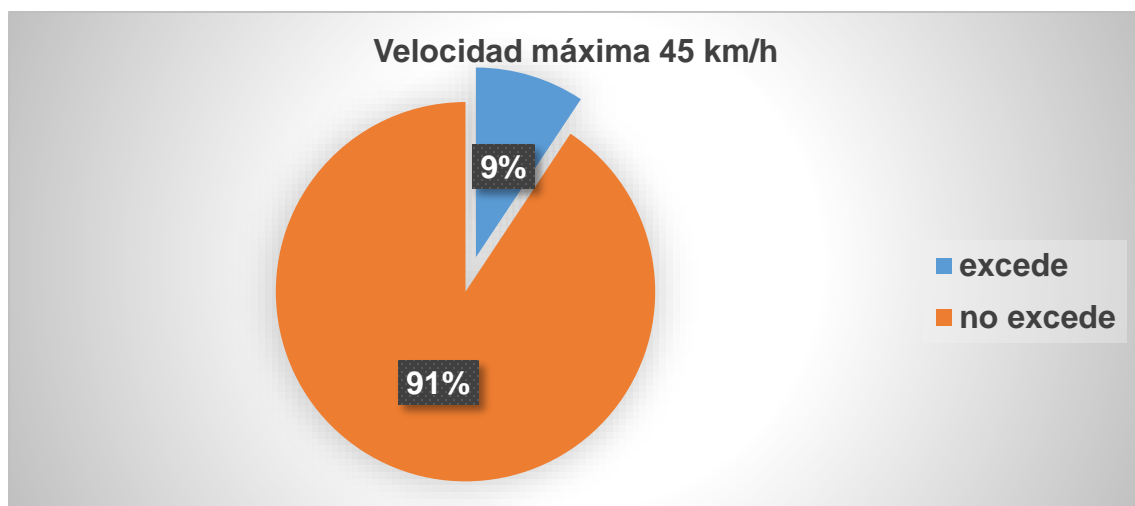
Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

En la tabla 13, se muestra un resumen de los datos obtenidos en campo (para ver los datos completos ver anexos del LXXII – LXXXVI, tablas 74 – 77). Según los datos del levantamiento, los tipos de vehículos con mayor incidencia en el exceso de velocidad son las camionetas pick up, autos y motos. Podemos establecer que los vehículos de uso privado son los que tienden a rebasar los límites de velocidad con mayor frecuencia.

4.3 Resultados de medición de velocidad en señal de 25kph

Analizando los datos de la tabla 13, notamos que el 100% de nuestra muestra no respetaba el límite de velocidad, esto se debe a la falta de educación vial que poseemos al conducir, cabe recalcar que esta señalización se ubicaba en zona escolar promoviendo así un atentado hacia los estudiantes en esa localidad.

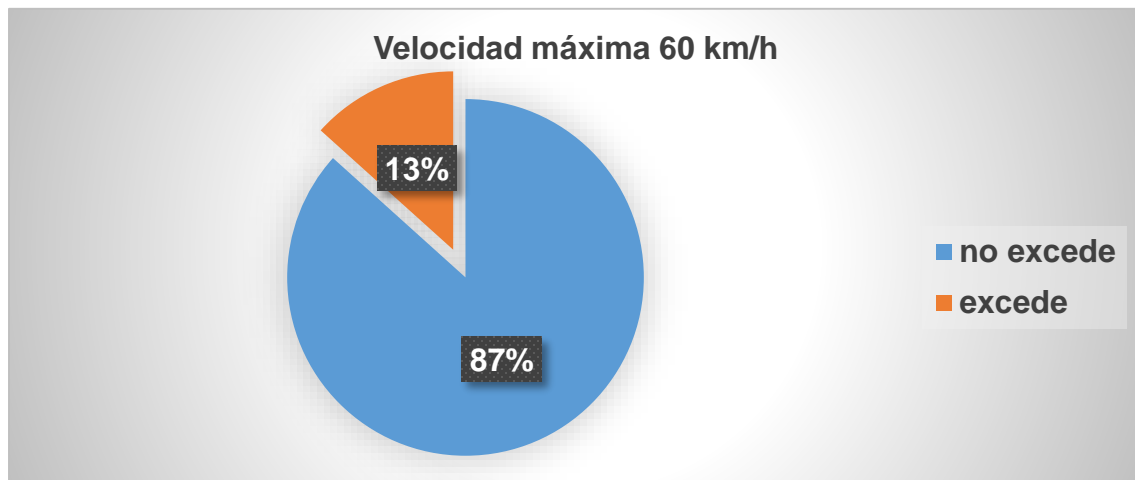
Gráfico 22. Resultados de medición de velocidad en señal de 45kph.



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

En esta gráfica se ve que un 91% de la muestra total respetaba el límite de velocidad, esta señalización estaba ubicada en una zona urbana empalme de Nandaime. En esta tabla se aplicó el porcentaje que aplica la ley 431 art. 74.

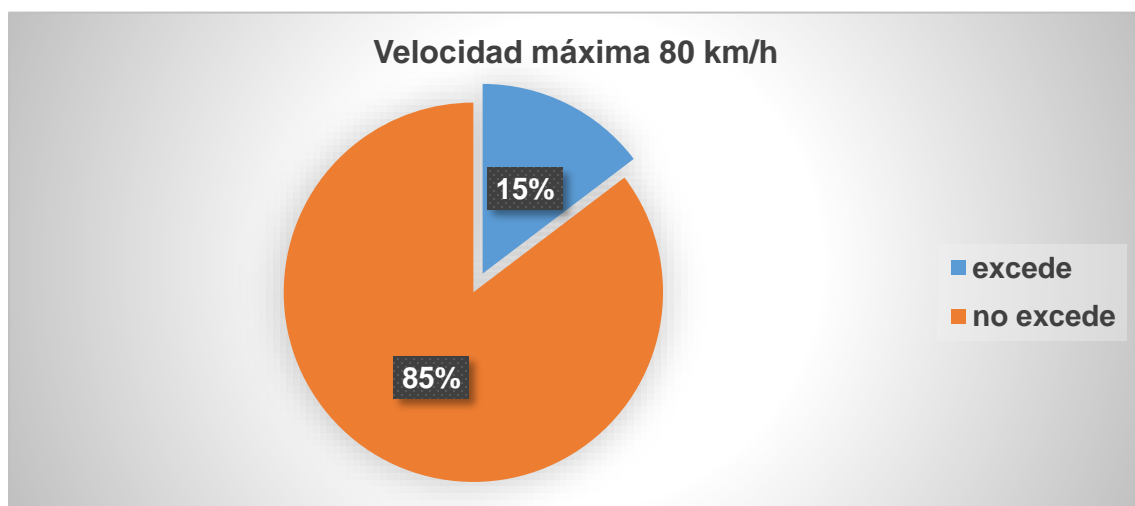
Gráfico 23. Resultados de medición de velocidad en señal de 60kph



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

En esta gráfica se aprecia el 87% de nuestra muestra total que no excede el límite de velocidad, respetando la señalización.

Gráfico 24. Resultados de medición de velocidad en señal de 80kph



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

En esta gráfica se aprecia que el 85% de nuestra muestra respeta el límite de velocidad, éste punto nos da la sensación que gran parte de los conductores conoce en sí el valor de respetar las señales de límites de velocidad.

Tabla 14. Resultado de análisis de estudio de velocidad

Tipos de vehículos	% Excede	% No excede	% por tipo
Bus	2.0	5.3	7.3
C2	2.3	5.0	7.3
C3	0.0	0.7	0.7
Camión	0.0	1.7	1.7
Camión ligero	4.0	5.0	9.0
Caponera	0.0	0.3	0.3
Jeep	4.3	3.0	7.3
Microbús	0.3	0.7	1.0
Moto	4.3	9.6	14.0
Otro	0.0	0.3	0.3
Pick up	7.6	12.3	19.9
T3 S2	1.0	6.3	7.3
T3 S3	1.0	4.3	5.3
Auto	7.3	11.0	18.3
Total	34.2%	65.8%	100.0%

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

Como se muestra en la tabla 14, el 65.8% de los vehículos analizados respetan los límites de velocidad mientras el 34.2% no los respeta y los tipos de vehículos con mayor incidencia son los autos, pick up y motos.

Esto no quiere decir que no haya accidentes de tránsito ocasionados por altas velocidades, pero si hay una marcada tendencia por parte de los conductores a respetar los límites de velocidad.

Cabe señalar que este tramo de carretera es muy transitado y presenta rectas largas donde los conductores pueden desarrollar altas velocidades y no existen reductores de velocidad o puestos de agentes de tránsito con los que se pueda regular.

CAPÍTULO V: INVENTARIO VIAL

5.1 Introducción

La importancia de realizar el inventario vial radica en conocer una completa, actualizada y exacta información del estado en el que se encuentra la carretera, descripción física y geométrica que integran nuestro tramo en estudio, así mismo una información actualizada de la señalización vertical y horizontal existente, drenaje mayor y menor, sitios peligrosos, para conocer los elementos que conforma la vía cualitativa como cuantitativamente.

5.2 Identificación del tramo en estudio

El tramo en estudio se ubica en la Carretera Panamericana sur (NIC-2), iniciando en el departamento de Granada empalme El Grajinan estación 64+000, terminando en el puente Ochomogo departamento de Rivas, en la estación 80+000, para un total de 16 km de carretera en análisis.

5.3 Descripción del trabajo de campo

El inventario vial en la carretera Sur (NIC-2) abarca desde el empalme el Grajinan kilómetro 64 al kilómetro 80 puente Ochomogo. El levantamiento se realizó en 4 visitas de campo y fueron utilizados los siguientes equipos: odómetro, cintas métricas de 10 y 50 metros, GPS y cámara digital.

- Señales verticales existentes: Para la recopilación de la información de ubicación y estado de las señales verticales, se utilizó un odómetro para verificar su localización, y con respecto a la altura se ocupó una cinta métrica de 10 metros y GPS para su geo – referenciación.
- Para el drenaje, y señales horizontales en la vía se utilizó un odómetro, una cinta métrica de 10 metros.

- Para el levantamiento de señales verticales y horizontales: Se utilizó una variación de las tablas de inventario propuesto por el Departamento de Inventario Vial del Ministerio de transporte e Infraestructura. Las modificaciones fueron adecuadas según las características de la vía.

5.4 Características geométricas de la vía

Las normas utilizadas en la red vial de Nicaragua son:

- En la norma de ensayo ASTM E 867-06 STANDARD TERMINOLOGY RELATION TO VEHICLE - PAVEMENT SYSTEMS se define el concepto de ROUGHNESS (regularidad) como desviación de una determinada superficie respecto a una superficie plana teórica, con dimensiones que afectan la dinámica del vehículo, la calidad de manejo, cargas dinámicas y drenajes.
- El índice de rugosidad internacional “IRI” es la característica más percibida por el usuario ya que afecta a la comodidad de rodadura. Este tiene relevancia en los costos de operación de los vehículos, puesto que, dependiendo de la magnitud de las irregularidades superficiales, la velocidad de circulación puede verse afectada negativamente, lo cual puede reflejarse por un mayor desgaste en las llantas y consumo de combustible, afectando de esta manera los costos de operación vehicular y tiempos de viajes de los usuarios.

En nuestro país, el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), como ente normador en la infraestructura vial, cumple con las especificaciones técnicas y normas de diseño, establecidas para nuestra región como son las de las SIECA, AASHTO y que responden a las exigencias actuales del tráfico nacional, lo que garantiza rentabilidad en la inversión de la infraestructura.

Las características físicas y geométricas de nuestras carreteras según el tipo de superficie se detallan en el anexo LXXXVII, tabla 78.

5.4.1 Clasificación funcional

La carretera Panamericana Sur (NIC-2) es una troncal principal: la carretera forma parte de la red vial Centroamericana, donde circulan 1,000 vehículos por día, entre tránsito nacional, interregional e internacional, conecta cabeceras departamentales y centros económicos importantes, lo que la convierte en una vía de suma importancia para el desarrollo social, económico, turístico (véase anexo LXXXVIII, tabla 79).

5.4.2 Topografía

Para tomar las coordenadas de los postes kilométricos se utilizó un GPS marca, Garmin, modelo etrex 10, esto nos permitió poder ubicar los puntos en google Earth, donde obtuvimos la altitud de cada uno de los puntos para poder calcular las pendientes existentes en el tramo; en la tabla 15 podemos ver un resumen de los resultados obtenidos:

Tabla 15. Pendientes por cada kilómetro del tramo

Pendientes					
N°	Estación	Coordenadas UTM		Altura (m)	% Pendiente
		X	Y		
1	64+000	603169	1301978	165	1.2
2	65+000	603530	1301034	153	1.2
3	66+000	603861	1300106	141	1.9
4	67+026.6	604550	1299426	122	0.7
5	68+028.7	605463	1299022	115	0.4
6	69+021	606256	1298470	111	0.9
7	70+020	606807	1297637	102	-0.1
8	71+022	607358	1296800	103	1.9
9	72+029	607614	1295866	84	0.4
10	73+027.3	607913	1294946	80	0.3
11	74+022	608460	1294108	77	0.5
12	75+025	609031	1293288	72	-0.2
13	76+028.4	609669	1292516	74	0.9
14	77+030	610307	1291745	65	0.4
15	78+035.4	610943	1290974	61	0.1
16	79+040	611453	1290115	60	0
17	80+044	611928	1289234	60	

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos por sustentantes.

El terreno se considera plano, como se puede ver en la tabla 15, las pendientes entre los puntos son suaves, estas se encuentran entre el rango del 0% y el 3%.

5.4.3 Uso de suelo

El crecimiento poblacional, de las ciudades que son conectadas por la carretera, conlleva al incremento del uso de suelo aledaño a la vía, atrayendo el auge comercial, turístico, y negocios de toda índole.

5.4.4 Carpeta de rodamiento

La Carpeta de rodamiento es de pavimento flexible, y está adaptada a las características de los grandes volúmenes de tráfico que circulan diariamente, donde la carga se distribuye en la estructura de pavimento, y de esta manera mantienen las condiciones de la vía aceptables, para garantizar su vida útil.

Según el Manual de Geométrico de la Sieca, el MTI clasifica las carreteras como: troncal principal, troncal secundaria, colectora principal, colectora secundaria y camino vecinal, las características de cada una se pueden ver en el anexo LXXXVIII, tabla 79).

El tramo en estudio, por el tipo de construcción se clasifica como “carreta de pavimento asfáltico”, esto porque la superficie de rodamiento está constituida por una capa de asfalto en toda su longitud.

En la imagen 3, se observan los distintos daños presentes en la carpeta de rodamiento, este tipo de carreteras (troncal principal), no debe presentar baches, asentamientos, ni deformaciones o huellas mayores de 1 cm. Aunque las fallas del tramo no afectan la circulación de los vehículos, si representan un riesgo para la estructura de la carpeta, lo que incurriría en daños mayores que terminen afectando el nivel de servicio por lo que deben repararse a lo inmediato, (ver, SIECA, Manual Centroamericano de carreteras con enfoque de gestión de riesgo y seguridad vial., 2010, pp. 283-284).

Imagen 3. Estado de la carpeta de rodamiento

<p>Fisuras transversales: Fracturamiento que se extiende a través de la superficie del pavimento paralelamente al eje de la calzada, en la estación 76+000.</p>	
<p>Piel de cocodrilo: Serie fisuras interconectadas entre sí, formando en la superficie del pavimento pequeños polígonos irregulares de ángulos agudos y dimensión mayor normalmente inferior de 0.30 m, en la estación 71+000.</p>	
<p>Fisuras por Desprendimiento: Desgaste gradual de la superficie de rodamiento como consecuencia de la disgregación y desprendimiento del material fino que la conforma, en la estación 70+000.</p>	
<p>Ahuellamiento o asentamiento: las deformaciones ocurren en las capas superiores y suelen ser acompañadas de un deslizamiento y levantamiento lateral de la superficie del pavimento, en la estación 72+000.</p>	

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

5.5 Sección Transversal de la Carretera

5.5.1 Ancho de la Calzada

En carreteras, el carril es la franja longitudinal en que puede estar dividida la calzada, delimitada o no por marcas viales longitudinales, y con anchura suficiente para la circulación de una fila de automóviles. El conjunto de los carriles de una carretera, forman la calzada. En nuestro caso los anchos de calzada oscilan entre 6.8 y 7.6 metros por sentido, variando a lo largo del tramo.

5.5.2 Hombros

Los hombros son el área de seguridad para la maniobra de vehículos que sufre ocasionalmente desperfectos durante su recorrido, y como espacio para la circulación de bicicletas y peatones. Se puede verificar en el tramo que el ancho de hombros predominante es 0.5 m.

Tabla 16. Estudio de sección transversal de carretera

Sección transversal de carretera								
Estación	Terreno	Tipo de superficie de carretera	Hombro		Carril		Calzada (m)	Obs
			Izquierdo (m)	Derecho (m)	Izquierdo (m)	Derecha (m)		
64+000	plano	asfalto	0.5	0.5	3.7	3.3	7	buena
64+500	plano	asfalto	0.37	0.65	3.7	3.6	7.3	buena
66+000	plano	asfalto	0.5	0.5	3.65	3.65	7.3	buena
66+410	plano	asfalto	0.37	0.47	3.7	3.9	7.6	buena
67+000	plano	asfalto	0.45	0.5	3.7	3.9	7.6	buena
69+500	plano	asfalto	0.4	0.6	3.65	3.65	7.3	buena
71+000	plano	asfalto	0.7	0.7	3.5	3.3	6.8	buena
71+400	plano	asfalto	0.65	0.55	3.55	3.55	7.1	buena
78+035	plano	asfalto	0.22	0.9	3.55	3.55	7.1	buena
80+044	plano	asfalto	0.5	0.3	3.55	3.55	7.1	buena

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

5.6 Dispositivos de señalización vertical y horizontal

El propósito del señalamiento vial es para regular la circulación vehicular a través de símbolos convencionales. Las señales ayudan a los usuarios a tener una circulación más fluida, cómoda y segura.

La señalización horizontal en carreteras tiene funciones importantes en proveer información con marcas pintadas en la carpeta de rodamiento, con fines de regulación del tránsito.

Por otra parte, las señales verticales de tránsito se utilizan para ayudar al movimiento seguro y ordenado del tránsito de vehículos y peatones. Contienen símbolos ubicados en parales y que se encuentran localizados a la orilla de las vías por donde se circula a fin de regular e informar sobre el tránsito, las cuales debe obedecer el usuario de las vías.

Las señales deben ser reconocidas como tales y los medios empleados para transmitir información, constan de la combinación de un mensaje, una forma y un color destacados.

5.6.1 Señalización vertical

Las señales verticales son dispositivos de control de tránsito ubicados a nivel del camino, destinados a transmitir un mensaje a los conductores y peatones, mediante palabras o ilustraciones, de acuerdo a su clasificación e información de los dispositivos como reglamentarios, informativos y preventivos.

Las señales verticales deberían usarse solamente donde se justifiquen según un análisis de necesidades y estudios de campo. Las señales son esenciales donde rigen las regulaciones especiales, tanto en lugares específicos como durante períodos de tiempo o donde los peligros no son evidentes para los usuarios.

5.6.2 Clasificación de los Dispositivos de Control de Tránsito

En el Manual Centroamericano de Dispositivos de Uniformes para el Control del Tránsito de la SIECA, según su función las señales se dividen en tres grandes grupos:

- **Dispositivos/Señales de Reglamentación:** Son las que indican al conductor sobre la prioridad de paso, la existencia de ciertas limitaciones, prohibiciones y restricciones en el uso de la vía, según las leyes y reglamentos en materia de tránsito de cada país. La violación de la regulación establecida en el mensaje de estas señales constituye una contravención, que es sancionada conforme con lo establecido en la ley o reglamento de tránsito. Este tipo de infracciones se sanciona con multas o la suspensión de la licencia.
- **Dispositivos/Señales de Prevención (Advertencia de peligro):** Son las que indican al conductor de las condiciones prevalecientes en una calle o carretera y su entorno, para advertir al conductor la existencia de un potencial peligro y su naturaleza.
- **Dispositivos/Señales de Información:** Son las que guían o informan al conductor sobre nombres y ubicación de poblaciones, rutas, destinos, direcciones, kilometrajes, distancias, servicios, puntos de interés, y cualquier otra información geográfica, recreacional y cultural pertinente para facilitar las tareas de navegación y orientación de los usuarios.

Las señales verticales deben cumplir con los siguientes requisitos fundamentales:

- Satisfacer una necesidad importante para el desenvolvimiento del tránsito.
- Llamar la atención del usuario.
- Transmitir un mensaje claro y sencillo, para que sea interpretada rápidamente.
- Imponer respeto a los usuarios de la vía y se debe usar un lenguaje formal.

- Guiar al usuario a lo largo del camino, y convencerlo de modificar su comportamiento al volante.
- Estar en el lugar apropiado, a fin de dar tiempo para reacción. Las señales de tránsito tienen la finalidad de advertir e informar a los usuarios de la vía, así como ordenar y reglamentar el comportamiento de los conductores.

Para conseguir los propósitos antes mencionados, deben tenerse en cuenta los siguientes factores básicos: Diseño, Localización, Operación, Uniformidad y Mantenimiento.

Lamentablemente la señalización vertical de la vía se ha visto afectada por el vandalismo, en otros casos modifican el contenido, y algunos se han deteriorado con el tiempo.

Todas las situaciones antes planteadas provocan confusión a los conductores, ya que las señales no cumplen con su objetivo, lo cual es un factor de los accidentes de tránsito que provocan pérdidas, tanto materiales como humanas.

Clasificación de la señalización vertical en el tramo de estudio (estación 64+000 – 80+000)

En la tabla 17, se muestra un resumen de las señales encontradas en el tramo, clasificadas por su tipo y estado. Para ver el detalle del levantamiento completo que incluye las coordenadas de cada una de las señales ver anexos LXXXIX – XCVI, tabla 80, también se puede consultar mapas con la ubicación de cada una de las señales, en los anexos del C – CX, imágenes 24- 34.

Tabla 17. Tipo de señalización existente en el tramo

Tipo de señales	Descripción	Cantidad de señales	% por tipo	Observaciones		
				Buen estado	Regular estado	Mal estado
Informativa	Destino de carreteras, y parada de buses, etc.	7	8.14	5	1	1
Preventiva	curva, escuela, etc.	40	47	31	7	2
Reglamentaria	Límite de velocidad, no adelantar, etc.	39	45	29	9	1
Total		86	100	65	17	4

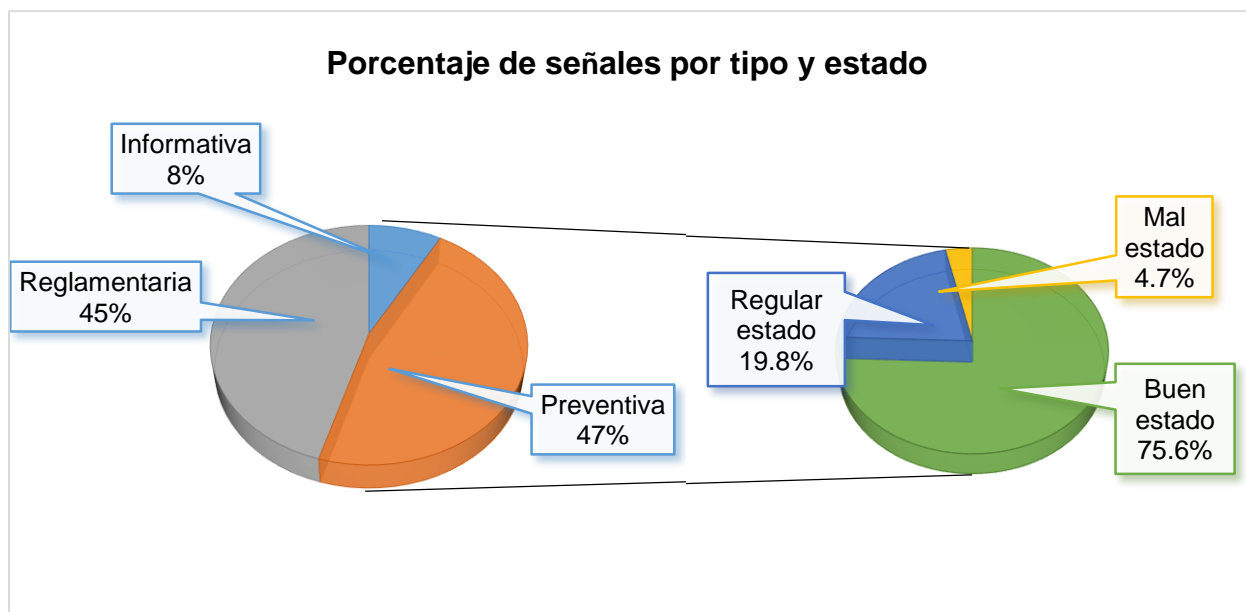
Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

Las señales más utilizadas en el tramo es la de tipo preventiva, de las 86 señales, 40 pertenecen a este tipo.

Para clasificar las señales según su estado se utilizó como base el Manual Centroamericano de mantenimiento de Carreteras, (Sieca, 2010): las señales en buen estado; se encuentran limpias, completas y completamente verticales, regular estado; presentan manchas, rayones o materiales adhesivos que pueden limpiarse en el sitio y en mal estado; las que su deterioro amerita cambio o retirarla del sitio para su reparación.

Encontramos que 65 señales están en buen estado, 18 en regular estado y 3 en mal estado.

Gráfico 25. Porcentaje del estado que se encuentran las señales verticales existentes en el tramo de estudio



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

En el gráfico 25, se observa de manera porcentual la distribución de las señales del tramo según su tipo, así como el estado en que se encuentran. Por su tipo las señales predominantes son las preventivas seguidas de las reglamentarias y (el 47% y el 45% respectivamente).

También podemos ver la distribución de las señales por su estado, donde la mayoría se encuentran en buen estado que representan el 75.6%, las de regular estado que se les puede dar mantenimiento en el sitio corresponde al 19.8% y en mal estado que ameritan reemplazo el 4.7%.

Imagen 4. Señalización reglamentaria R-2-1, estación 65+093.4, regular estado, dañada por vandalismo



Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Imagen 5. Señalización informativa ID-1-9, estación 64+240.7, mal estado



Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Imagen 6. Señalización preventiva P-2-4, estación 64+119.6, buen estado



Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Imagen 7. Señalización, estación 70+838, mal estado, señal removida



Fuente: Datos levantados por sustentantes.

En las imágenes 4, 5, 6 y 7, presentamos una muestra de los distintos estados en que se encuentran las señales de tránsito presentes en el tramo.

5.6.2.1 Postes Kilométricos. Los postes kilométricos son una señal especial, pues no solamente informan al conductor de su ubicación respecto al inicio y final del viaje, sino que es usado por las autoridades para control de tráfico, de accidentes y para mantenimiento y rehabilitación.

Tabla 18. Estado de postes kilométricos

Poste kilométrico				
Estación	Lado		Estado	Observaciones
	Der.	Izq.		
64+000	x		Bueno	
65+000			Mal	No hay poste kilométrico
66+000	x		Bueno	
67+026.6	x		Regular	El poste, está 26m desplazado de la estación 67+000
68+028.7	x		Regular	El poste, está 28.7m desplazado de la estación 68+000
69+021	x		Regular	El poste, está 21m desplazado de la estación 69+000
70+020	x		Regular	El poste, está 20m desplazado de la estación 70+000
71+022	x		Regular	El poste está 22m desplazado de la estación 71+000
72+029	x		Regular	El poste, está 29m desplazado de la estación 72+000
73+027.3	x		Regular	El poste, está 27.3m desplazado de la estación 73+000
74+022	x		Regular	El poste, está 22m desplazado de la estación 74+000
75+025	x		Regular	El poste, está 25m desplazado de la estación 75+000
76+028.4	x		Regular	El poste, está 28.4m desplazado de la estación 76+000
77+030	x		Regular	El poste ,está 30m desplazado de la estación 77+000
78+035.4	x		Regular	El poste, está 35m desplazado de la estación 78+000
79+040	x		Regular	El poste, está 40m desplazado de la estación 79+000
80+044	x		Regular	El poste, está 44m desplazado. de la estación 80+000

Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Se recolectó información de 17 postes kilométricos, la cual se muestra a manera de resumen en la tabla 18. Encontramos 14 postes que no se ubican en la posición que señalan, además la pintura de estos se encuentra desgastada, por lo que su estado se catalogó en regular, porque su mantenimiento se puede realizar en el sitio.

En el km 65 no se encontró poste kilométrico, por lo que se catalogó como mal estado, porque será necesario la reposición de poste.

Imagen 8. Poste kilométrico estación 79+040



Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Imagen 9. Postes kilométricos estación 77+030



Fuente: Datos levantados por sustentantes.

5.6.2.2 Postes Guías. Los postes guía se utilizan para que las orillas de los caminos sean mejor apreciados por los conductores, son utilizados en las curvas con el propósito de mejorar el efecto visual de perspectiva para que los conductores se mantengan dentro de las mismas y en sus respectivos carriles, y se utilizan como base para la colocación de señales verticales. Se encontró durante el levantamiento que se encuentran postes guías caídos, y que son muy pocos para la trayectoria del tramo.

Tabla 19. Levantamiento de postes guías

Poste guía				
Estación		Lado		Caídos
		Derecho	Izquierdo	
64+000	65+000	30.0	11.0	1.0
65+000	66+000	1.0	4.0	0.0
66+000	67+026.6	0.0	4.0	0.0
67+026.6	68+028.7	0.0	17.0	2.0
68+028.7	69+021	0.0	0.0	0.0
69+021	70+020	0.0	0.0	0.0
70+020	71+022	0.0	0.0	0.0
71+022	72+029	0.3	0.0	0.0
72+029	73+027.3	1.0	3.0	0.0
73+027.3	74+022	6.0	4.0	0.0
74+022	75+025	0.0	0.0	0.0
75+025	76+028.4	0.0	0.0	0.0
76+028.4	77+030	5.0	4.0	1.0
77+030	78+035.4	6.0	2.0	0.0
78+035.4	79+040	0.0	0.0	0.0
79+040	80+044	2.0	4.0	0.0
Total		108		

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Se identificaron 108 postes, de los cuales 104 se encuentran en buen estado y 4 caídos.

5.6.2.3 Defensas metálicas. Son un mecanismo de seguridad que tiene la función de absorber impactos de los vehículos hasta en un ángulo de 20° para evitar que los mismos se salgan del camino o invadan carriles opuestos en eventos inesperados. Actualmente solo se usan de láminas de acero de alta resistencia que puedan soportar impactos y absorber la fuerza de la colisión para minimizar los daños del impacto a los ocupantes y al vehículo.

La forma de instalación será aquella que permita un adecuado encausamiento de los vehículos fuera de control, y se deberá señalizar, para alertar al conductor que se desplaza en una zona de peligro, ya sea por alineamientos defectuosos del camino o accidentes topográficos en la vía, éstas deben ubicarse en curvas peligrosas o tangentes con terraplenes altos o en balcones.

Las defensas laterales encontradas en la carretera en estudio se encuentran en su totalidad bien instaladas, sus extremos proveen la seguridad necesaria, están a la altura más reglamentaria, “La altura del eje de simetría longitudinal de la defensa metálica deberá estar localizada a 50 cm. (+/- 2 cm) por encima del nivel del hombro del acotamiento”.

Solo se encontró una defensa sin protección en uno de sus extremos lo cual puede ser de afectación en dicho caso de un accidente directo en el lugar de la defensa desprotegida. Algunos ejemplos del estado de la defensa metálica:

**Imagen 10. Defensa metálica,
estación 66+779.3, buen estado**



Fuente: Datos levantados por sustentantes.

**Imagen11. Defensa metálica.
Estación 64+110, sin protección**



Fuente: Datos levantados por sustentantes.

La correcta instalación de las defensas laterales establece que los extremos deben ser empotrados, en la dirección por donde se aproxima la corriente vehicular o deben tener elementos de seguridad especialmente diseñados para que los mismos no sobresalgan hacia la vía y no provoquen el efecto lanza en caso de una colisión frontal hacia dichos extremos y atenten contra la integridad física de conductores y peatones, agravando la situación (véase anexo CXI, imagen 35).

5.7 Señalización Horizontal

Las señales horizontales o marcas en el pavimento como también se conocen, son líneas, letras, números y símbolos de color blanco o amarillo, que se pintan con el fin de regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones, también objetos como vialetas, que se colocan sobre la superficie de rodamiento, con el fin de regular el tránsito o indicar la presencia de obstáculos.

Se realizó el levantamiento de la señalización horizontal donde podemos ver un resumen en la tabla 20 en este capítulo y el levantamiento completo en anexos CXII – CXV, tabla 82.

5.7.1 Clasificación de señales horizontales

- Línea de borde o paralelas: Estas líneas como su nombre lo indica se encuentran en el borde de las carreteras, y orientan a los conductores el ancho de su carril y el espacio del arcén a la derecha.
- Línea continua: La línea continua indica que no debe aventajar cuando hay un solo carril por sentido.
- Doble línea continua: Define que no puede aventajarse en vías de dos carriles por sentidos.
- Línea discontinua: Indica que puede aventajar o hacer cambio de carril.

- Línea continua con línea discontinua: Indican al conductor que La línea si puede aventajar o no, según La línea que tiene a su izquierda.
- Línea de pare o retención: Estas líneas se encuentran en las intersecciones, son de color blanco e indican a los conductores donde deben detener el vehículo.
- Flechas direccionales: Estas marcas son de color blanco, se ubican sobre los carriles para indicar las maniobras que se pueden realizar.
- Pasos peatonales: Marcas horizontales que indican donde deben transitar los peatones con seguridad.

El principal problema que ha afectado la demarcación sobre el pavimento corresponde al desgaste de la pintura por el roce con las llantas de los automotores. La pista se encuentra en su totalidad bien señalada en cuanto a líneas de carril, líneas de borde, líneas centrales y otras, no obstante, en las intersecciones se aprecia la falta de flechas direccionales, desgaste de las señales, y señal que no coinciden con la vertical.

Tabla 20. Clasificación de la señalización horizontal en el tramo de estudio, de la estación 64+000 a la estación 80+000

Líneas de centro		Líneas de carril			
		Banda Derecha		Banda Izquierda	
Continua (m)	Discontinua (m)	Continua (m)	Discontinua (m)	Continua (m)	Discontinua (m)
4746.6	8629	958.6	1710.8	1710.8	958.6

Fuente: Elaboración propia, con datos levantados por sustentantes.

La carretera consta de dos carriles, un carril por sentido. El estado actual de esta cuenta con las líneas de borde, flechas direccionales, escuela, paso peatonal, líneas centrales, a lo largo del tramo se pueden apreciar que las señales sufren desgastes por clima y fricción entre las llantas y la capa de rodamiento, además de que la vía no es reflectante. Por lo cual indicamos que la vía no tiene las condiciones necesarias para que los conductores y peatones puedan transcurrir de manera segura y confortable.

Imagen 12. Reflector, estación 64+100, gastado



Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Imagen 13. Señal horizontal, estación 72+029.8, no coincide con señal



Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Imagen 14. Señal de velocidad, estación 70+431, gastada



Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Imagen 15. Línea de borde, estación 76+639, gastada



Fuente: Datos levantados por sustentantes.

5.8 Distancia de visibilidad en la carretera

Esta es la distancia requerida por un conductor para detener su vehículo en marcha, cuando surge una situación de peligro o percibe un objeto imprevisto adelante de su recorrido.

La topografía del terreno tiene que ver con el criterio de visibilidad del tramo en estudio. El tramo es ampliamente visible en su totalidad a lo largo del recorrido, ya que el sitio se caracteriza por ser un tramo recto y plano. La tabla 21, muestra las distancias de visibilidad de parada en terreno plano.

Tabla 21. Distancia de frenado en terreno plano

Velocidad de Diseño	Velocidad marcha	Tiempo de percepción y reacción		Coeficiente de fricción	Distancia de frenado	Distancia de parada
Km/h	Km/h	Tiempo (s)	Distancia (m)	F	(m)	(m)
30	30-30	2.5	20.80-20.80	0.4	8.8-8.8	30-30
40	40-40	2.5	27.80-27.80	0.38	16.6-16.6	45-45
50	47-50	2.5	32.60-34.70	0.35	24.8-28.1	57-63
60	55-60	2.5	38.20-41.70	0.33	36.1-42.9	74-85
70	67-70	2.5	43.80-48.60	0.31	50.4-62.2	94-111
80	70-80	2.5	48.60-55.60	0.3	64.2-83.9	113-139
90	77-90	2.5	53.60-62.40	0.3	77.7-106.2	131-169
100	85-100	2.5	59.69-69.40	0.29	98-135.6	157-205
110	91-110	2.5	63.20-76.40	0.28	116.30-170	180-246

Fuente: Manual Centroamericano de normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales, 2da edición; SIECA, año 2000.

5.9 Distancia de visibilidad de decisión

Se define como aquella requerida por un conductor para detectar algo inesperado dentro del entorno de una carretera, reconocerlo y seleccionar una trayectoria y velocidad apropiadas, para maniobrar con eficiencia y seguridad. Por su concepto, estas distancias resultan sustancialmente mayores que las distancias calculadas de visibilidad de parada.

Empíricamente se han establecido distancias para cubrir estas distancias divididas en las siguientes cinco situaciones particulares, que se dimensionan en la tabla 22.

- Detención en carretera rural.
- Detención en vía urbana.
- Cambio de velocidad, trayectoria y dirección en carretera rural.
- Cambio de velocidad, trayectoria y dirección en carretera suburbana.
- Cambio de velocidad, trayectoria y dirección en vía urbana.

Tabla 22. Distancia de decisión para evitar maniobra

Velocidad de diseño	Distancia de decisión para evitar la maniobra (m)				
km/h	A	B	C	D	E
50	75	160	145	160	200
60	95	205	175	205	235
70	125	250	200	240	275
80	155	300	230	275	315
90	185	360	275	320	360
100	225	415	315	365	405
110	265	455	335	390	435

Fuente: Manual Centroamericano de normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales, 2da edición; SIECA, año 2000.

5.10 Bahía de buses y parada de buses

Las bahías para buses surgen de la necesidad de evitar el mayor congestionamiento en la corriente de tráfico de vehículos y las unidades de transporte colectivo, a la hora de abordaje y descenso de los usuarios del transporte colectivo en puntos específicos de la carretera.

La localización de las paradas de autobuses en carreteras debe hacerse de manera que estén situadas en las proximidades de los focos de generación de la demanda (centros de actividad, itinerarios de peatones, intersecciones, etc.), procurando que interfieran lo menos posible en el funcionamiento vial.

Una bahía para autobuses cuenta con cortos carriles de aceleración y deceleración, rampas para el acomodo de los autobuses y el acceso fácil de los pasajeros, aceras de suficientes dimensiones para la demanda de pasajeros, casetas abiertas por razones de seguridad para la protección contra la intemperie y demás accesorios como banca.

Tabla 23. Levantamiento de bahías de buses

Levantamiento de bahías										
Estación		Lado		Dimensiones					Observaciones	
Inicio	Fin	Der	Izq	L1(m)	L2(m)	L3(m)	Ancho	Acera ancho	Caseta	B/N
64+000	-	X		12.0	18.15	24.0	3.94	0	-	N
64+000	-	-	X	25.6	22.1	18.5	3.9	0	X	B
65+913	65+935.63	X	-	4.0	43.0	5.63	4.59	2.19	X	N
71+038.5	71+096.4	X	-	26.3	15.0	16.0	4.9	1.8	X	B
71+096.4	71+152.1	-	X	16.0	15.0	26.0	4.9	1.8	X	B

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

Según el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño geométrico de las carreteras regionales, 2da edición; SIECA, año 2000 (véase anexo CXVI, tabla 83), se muestra los dimensionamientos de las bahías, nuestro tramo posee capacidad para 2 buses en cada bahía debido que la longitud total oscila en 55 a 66.2m, y el ancho entre 4 a 5m. “El ancho de las bahías para autobuses se propone sea construido entre 3.0 y 4.0 metros, aunque cuando haya acumulación de vehículos, debe haber un ancho mínimo de 5.0 metros para posibilitar el adelantamiento de los vehículos estacionados.”

El levantamiento en la tabla 23, muestra que en una de las bahías no posee caseta y 2 de ellas están en mal estado no brindando las condiciones básicas al usuario del transporte colectivo, esto puede ocasionar incidente para el usuario, debido a la precipitación por abordar por el hecho de no soportar las condiciones climáticas (sol y lluvia). Los requerimientos para las bahías de buses se pueden observar en anexo CXVI, imagen 36.

5.11 Inventario de drenaje mayor y menor

El drenaje es parte fundamental en las carreteras, estas obras garantizan la vida y duración de las vías, tienen como función evacuar los flujos hidráulicos de la superficie de pavimento hacia zonas colindantes (canales, cauces, etc.). Para esto los drenajes deben tener un diseño adecuado para la circulación de las aguas, para evitar que la estructura del pavimento sea dañada y se garantice la libre circulación vehicular en diferentes situaciones climáticas (lluvias torrenciales, tormentas tropicales, etc.).

En el tramo en estudio existen drenajes menores y mayores como cauces y puentes. En anexos CXVII – CXXIII, tabla 84, se muestran las obras hidráulicas existentes.

Imagen 16. Drenaje mayor, estación 71+008, lado izquierdo dañado y socavado



Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Imagen 4. Drenaje mayor, estación 74+176, lado izquierdo dañado y socavado



Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Imagen 18. Drenaje mayor, estación 71+232, no da abasto para el caudal



Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Imagen 19. Drenaje mayor, estación 71+232, en buen estado



Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Como se puede observar en anexos CXVII – CXXIII, tabla 84 y en las imágenes 16, 17, 18 y 19; el tramo contiene cuatro drenajes menores y 17 drenajes mayores. Se encontraron tres drenajes mayores que se encuentran en mal estado, dos presentan deterioro en su estructura física y uno que no posee capacidad suficiente para drenar las aguas (la ubicación de los drenajes dañados se puede ver en los anexos antes mencionados), esto puede conllevar a que la estructura de la carretera sufra daños en el invierno, debido a que el agua es un enemigo o uno de los agentes de destrucción en las carreteras.

Los drenajes mayores fueron ubicados en un mapa mediante el estacionamiento realizado en trabajo de campo, esto se realizó para poder observar la ubicación y distribución de los drenajes mayores en el tramo, el mapa se encuentra en el anexo CXXIV, imagen 37.

CAPÍTULO VI:

PROPUESTAS

6.1 Propuestas

- La Policía Nacional, debe de orientar al MTI, cambiar las líneas de centro de discontinua a continua en ambos carriles, en el tramo del km64 al km66, esto para que los vehículos eviten realizar la maniobra de adelantar y exceder los límites de velocidad establecidos al realizarla.
- Puntualmente se considera que el MTI debe de seguir las siguientes propuestas para mejorar la seguridad vial en el tramo:
 - Realizar reparaciones a lo inmediato en los daños existentes en la carpeta de rodamiento (fisuras transversales, piel de cocodrilo, fisuras por desprendimiento y ahuellamiento), siguiendo los pasos y descripciones del Manual Centroamericano de Carreteras con enfoque de gestión de riesgo y seguridad vial., 2010. Con el objetivo de evitar mayores daños que repercutan en la vía y en la seguridad de los usuarios.
 - Instalar o cambiar las señales caídas o dañadas producto de vandalismo, en las estaciones 70+838 con código E-1-2, estación 72+217 con código R-2-1 y estación 72+590 con código P-12-4-A.
 - Cambiar o mover la señal vertical reglamentaria con código R-13-1, que está en la estación 72+029.8, porque no coincide con la señalización horizontal de línea de centro, porque la señal vertical indica “no adelantar”, cuando la línea de centro permite aventajar a los conductores con destino Nandaime - Ochoмого.

- Colocar una señal vertical de límite de velocidad de 45kph en la estación 70+431, debido que la señal horizontal no se aprecia por el desgaste que sufre y así el conductor tendrá mayor precaución (véase anexo CXXVI, imagen 41).
- Colocar señales horizontales de giros en las intersecciones que se encuentran en la estación 65+698 y en la estación 66+580, porque no muestran información a los conductores o al usuario de la vía.
- Colocar ojos de gato o vialetas, a lo largo de todo el tramo de la carretera, para hacer más segura la conducción durante la noche (ver anexo CXXV, imagen 38).
- Mover las bahías de buses ubicadas en el empalme el Grajinan, al menos 500m del empalme, esto porque en ellas se detienen una gran cantidad de buses y vehículos particulares (recibiendo y dejando pasajeros), que dificultan la libre circulación en el empalme porque interrumpen la visibilidad de la carretera.
- Construir bahías de buses con diseños que no obstaculicen la circulación en la carreta (ver anexo CXVI, imagen 36), para que los vehículos no se vean forzados a realizar cambios de carril cuando un bus se detenga.
- Realizar ampliaciones de carril entre la estación 64+200 y la estación 65+000 en ambos sentidos, en la cual los vehículos pesados puedan transitar en el carril de ampliación, facilitando la transición de los vehículos livianos y mejorar los niveles de servicio en el tramo.

- Colocar 2 señales verticales con código R-10-1, una por sentido en paradas de buses en la estación 71+038.5 y la estación 71+096.4, debido que no poseen señal que informe al conductor y al usuario de la parada de autobús.
- Es necesario que la Alcaldía de Nandaime siga propuestas que mejoren la infraestructura y seguridad vial del tramo, estas se muestran a continuación:
 - Coordinar con el MTI, la instalación de reductores de velocidad (véase anexo CXXV, imagen 39), a la entrada y salida de Nandaime (estación 65+700 y 66+500, respectivamente). Junto con estos también se deberán instalar señales verticales que adviertan la presencia de los reductores a no menos de 15m de estos, en ambas direcciones (véase anexo CXXV, imagen 39).
 - Reconstrucción de casetas en las bahías de buses, que se encuentran en las estaciones del 64+000 (costado derecho) en el empalme del Grajinan y en la del 65+913 en la entrada a Nandaime.
 - Coordinar con el INAA y el MTI para realizar una ampliación de drenaje mayor que se ubica en la estación 71+232, este no da abasto para el caudal de agua que circula y en días de invierno es muy probable que se rebalse y puede dañar la estructura del pavimento.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Al analizar seis años de estadísticas de accidentes vemos que estos han tenido un aumento gradual, con excepción del 2013, donde muestran una reducción, pero entre los años 2011 y 2016 los accidentes han aumentado un 54.84% lo que indica un claro problema de accidentabilidad.
- Se determinaron cinco puntos crítico en el tramo los cuales se ubican en el km 64+000, km 65+000, km 66+000, km 70+000 y km 73+000. Los puntos ubicados en los km70 y km73, fueron puntos críticos en los años 2011 y 2014 respectivamente, se dejaron dentro de esta categoría para observar su comportamiento, los cuales muestran una marcada disminución.

En los puntos críticos las principales causas de accidentes son semovientes en la vía, invasión de carril, no guardar distancia y giros indebidos. Estas cuatro causas representan el 70.83% de los accidentes. Al observar el tipo de causas de accidentes, podemos decir que estas son debido a la falta de educación vial que poseen los conductores.

- Al clasificar los accidentes por su cronología, podemos determinar lo siguiente:
 - La mayoría de los accidentes ocurren entre los meses de abril a agosto y en diciembre, en dichos meses ocurren el 56.56% de los accidentes.
 - El día con mayor ocurrencia de accidentes es el domingo, donde ocurren el 18.85% de estos, en el mismo día también se observan la mayor cantidad de lesionados y muertos.
 - Con respecto a la hora, la mayor parte de los accidentes se registran entre las 6:00pm y las 8:00pm (ver gráfico 8 en página 21 o tabla 43 en anexo XLII), donde ocurren el 19.26% de accidentes. Se observa que la hora pico (ver gráficos 19, 20

y 21), no coincide con la hora donde ocurren la mayor cantidad de accidentes, lo que indica que la cantidad de vehículos que transitan en el tramo, no es un factor determinante en la accidentabilidad.

- Al analizar el aforo vehicular en cada punto de conteo se concluyó que el tipo de vehículo con mayor presencia son los de transporte liviano encabezados por: autos, pick up y motos. Dejando en segundo plano los vehículos de carga tanto nacional como internacional, pese a esto cabe señalar que esta carretera es de vital importancia para la economía nacional.
- Para encontrar la hora de mayor demanda (la hora pico), se utilizó el método de los volúmenes equivalentes en los tres puntos de conteo. Donde en el km 64+000 la hora pico se presenta entre las 5:00pm - 6:00 pm con 654 v/h, en el km 66+000 entre las 3:30 pm - 4:30pm con 765 v/h y el km 80+000 entre las 4:30 pm - 5:30pm con 396 v/h.
- El nivel de servicio se calculó para tres puntos del tramo en estudio: en el km 64+000, km 66+000 y en el km 80+000, presentan un nivel de servicio “C” para ambas direcciones, por lo que podemos apreciar que el tramo puede tener una circulación estable, pero condicionada.
- Según el estudio de velocidad de los 300 vehículos analizados, el 65.8% respeta el límite de velocidad y el 34.2% no lo respeta, siendo los mayores reincidentes los vehículos livianos como los autos, pick up y motos. Esto coincide con el aforo vehicular el cual nos indica que estos son los tipos de vehículos que circulan con mayor frecuencia en el tramo. La señal de límite de velocidad que es menos atendida es la de 25kph, en las cuales el 100% de los vehículos rebasa el límite.

Estas no son irrespetadas por falta de señalización sobre la vía, consideramos como principal razón la falta de educación vial por parte de los conductores, pero también influyen las condiciones geométricas de la carretera porque esta se encuentra constituida en su mayoría por tramos rectos, largos y con pendientes suaves entre el

1% y el 3%, lo que lleva al conductor a sentirse cómodo al desarrollar altas velocidades.

- El 76% de las señales verticales se encuentran en buen estado, el 15% están en un estado regular, el 6% están rayadas y 3% están en mal estado que fueron dañadas por vandalismo (véase gráfico 25 y anexos XCVII - XCIX, tabla 81). Las señales horizontales se encuentran en mal estado ya que están poco visibles debido al desgaste del flujo vehicular y el clima (ver anexos CXII – CXV, tabla 82).
- Los daños presentes en la carpeta de rodamiento son: fisuras transversales, piel de cocodrilo, fisuras por desprendimiento y ahuellamiento, los cuales se encuentran a lo largo de todo el tramo. Los daños pueden ser producto de mala compactación de la carpeta, que en conjunto a la gran cantidad de vehículos pesados que transitan por la vía, (los cuales constituyen el 26% de nuestro aforo vehicular, véase anexo XLVIII – LVIII, tablas de la 50 – 55), acorten la vida útil de la carpeta.

Los daños antes mencionados actualmente no representan un riesgo para los usuarios de la vía, pero si para la estructura de la carpeta, que sin mantenimiento adecuado llevaría a tener mayores daños, que se reflejen de manera negativa en el nivel de servicio de la carretera y más adelante causar accidentes y tener consecuencias humanas.

- El tramo es bastante transcurrido tanto de día como de noche, y no posee iluminación artificial fuera de la ciudad de Nandaime, además posee pocas señales reflectantes como vialetas a lo largo del tramo y las existentes se encuentran desgastadas.

Recomendaciones

- La Policía Nacional tendría que tomar en consideración establecer un punto de control en el km65, para garantizar que los vehículos no excedan el límite de velocidad al ingresar a la ciudad de Nandaime, además que eviten realizar maniobras arriesgadas, en un tramo de alta peligrosidad.
- El MTI, debería realizar mantenimiento rutinario (por lo menos una vez al año), en toda la infraestructura vial del tramo, esto debe incluir: la carpeta de rodamiento de asfalto, las diferentes señales verticales incluyendo postes kilométricos, señales horizontales (líneas de centro, líneas de borde, pasos peatonales, cercanía de escuelas y límites de velocidad).

Este mantenimiento también podría extenderse a los drenajes mayores y menores, en lo que respecta a su estructura. La limpieza de estos debe realizarse en conjunto entre el MTI y la alcaldía de Nandaime, para garantizar la limpieza por lo menos una vez al mes, para evitar la acumulación de basura que afecte el funcionamiento de los drenajes.

- Puntualmente en la estación 64+110, una defensa metálica se encuentra sin tapón, según la norma de la SIECA esta debe estar empotrada al suelo o tener un tapón de protección (véase anexo CXI, imagen 35), por lo que el MTI tendría que instalar la debida protección para cumplir con la disposición.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

- Ángel, J. M. S., (2011). Gestión técnica del tráfico. [en línea]. España: asociación española de carretera. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/316178452/Tema-11-Gestion-Tecnica-Trafico> [2017, 18 de noviembre].
- José, I., y Luis, S., (2016). Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación (catálogo de fallas). Departamento de administración y evaluación de pavimentos. República Dominicana: MOPC.
- Lauro, A. A. S., y Gabriel, J. R. R., (2005). Carreteras. México: Universidad Autónoma de Yucatán.
- Ley n° 431 (ley para el régimen de circulación vehicular e infracciones de tránsito). (2014, 27 mayo). Nicaragua: SENICSA.
- Manual de inspecciones de seguridad vial. (2007). España: PIARC.
- Manual Centroamericano de carreteras con enfoque en gestión de riesgos y seguridad vial. (2010). Guatemala: SIECA
- María, L., Karen, U., (2017). Estudio de accidentalidad del km 13 al 18.5 km de la carretera a Xiloa. Monografía para obtención de título de ingeniero civil, universidad nacional de ingeniería, Managua.
- Mario, R. D. O., (2000). Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito, (1ra, ed.). Guatemala: SIECA.
- Paul, R., Mark V., Lily, E., Richard G. D., y Barbara k. O., (2010). The highway capacity manual. Estados Unidos: National Academy of Sciences.
- Policía nacional., Manual del conductor, (3ra. Ed.). Nicaragua: DSTN.
- Rafael, C. R. S., James, C. G., (1994). Ingeniería de tránsito. Fundamentos y aplicaciones, (7ma. Ed.). México: Alfaomega.
- Raúl, L., (2004). Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales, (2da. ed.). Guatemala: SIECA.
- Víctor, P., Anielka, G., y Harim, C., (2010). Estudio de seguridad vial en el tramo “la garita Nejapa - el crucero - Diriamba”. Monografía para obtención de título de ingeniero civil, universidad nacional de ingeniería, Managua.

ANEXOS

Imagen 5. Macrolocalización del tramo en carretera sur NIC-2, kilómetro 64 empalme Grajinan al kilómetro 80 puente Ochomogo



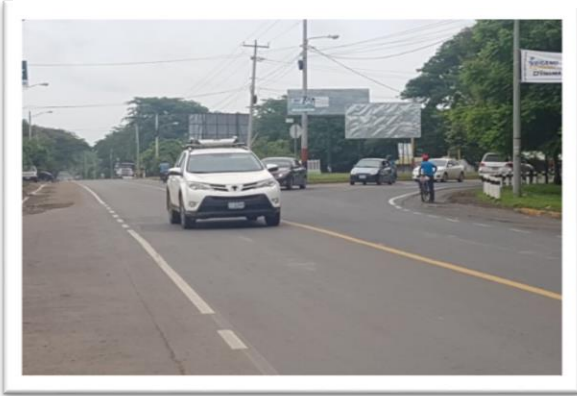
Fuente: <https://www.google.com/maps/>

Imagen 6. Microlocalización del tramo en carretera sur NIC-2, kilómetro 64 empalme Grajinan al kilómetro 80 puente Ochomogo



Fuente: <https://www.google.com/maps/>

Imagen 7. Inicio de tramo, km 64+000 empalme Grajinan



Fuente: Levantamiento por sustentantes.



Fuente: Levantamiento por sustentantes.

Imagen 8. Fin del ramo, KM 80+000, puente Ochomogo



Fuente: Levantamiento por sustentantes.



Fuente: Levantamiento por sustentantes.

Tabla 24. Formato utilizado para conteo vehicular

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
INGENIERÍA DE TRÁNSITO
Monografía

CONTEO VEHICULAR

ESTACION

Punto N°: _____ FECHA SECUENCIAL CONTADOR DE TRAFICO

Sentido : _____ COORDINADOR DE SITIO

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA										OTROS VEHICULOS PESADOS		
	Vehículos Livianos				Autobuses			Camiones				Camión Remolque Cx-Rx		Trailer Articulado Tx-Sx						
	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick-Up	Microbús <15 pax	Minibús 15-30 pax	Grande	Camión Ligero	C2 > 4 ton	C3	C4	≤ 4 ejes	≥ 5 ejes	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3	Agrícolas	Construc.	Otros

Fuente: Formato establecido por la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

Tabla 25. Formato de levantamiento para señales de tránsito verticales

[illegible]

Fuente: Formato establecido por la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). **Tabla 26. Formato de levantamiento para señalización horizontal**

Fuente: Formato establecido por la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

Tabla 27. Formato de levantamiento para señalización horizontal

[illegible]

Fuente: Formato elaborado por sustentantes.

DRENAJE								
Estación		Drenaje mayor		Dimensiones				Observaciones
Inicio	Fin	Derecha	Izquierda	Diámetro	L	H1	H2	

Tabla 28. Formato de levantamiento para postes kilométricos y defensas metálicas

POSTE KILOMÉTRICO					DEFENSA METÁLICA				
Estación	Coordenada	Lado		Observaciones	Estación		Lado		Observaciones
		Derecho	Izquierdo		Inicio	Fin	Derecha	Izquierda	

Fuente: Formato elaborado por sustentantes. **Tabla 29. Formato de levantamiento para bahías de buses**

LEVANTAMIENTO DE BAHÍA											
Estación		Lado		Dimensiones						Observaciones	
inicio	fin	Derecha	Izquierda	L1(m)	L2(m)	L3(m)	Total	Ancho	acera ancho	caseta	B/N

Fuente: Formato elaborado por sustentantes.

Tabla 30. Formato de observaciones

[illegible]

Fuente: Formato establecido por la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

Tabla 31. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2011

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Fecha	Día	Hora	Mtos	Ldos
Km 64	Semoviente en la vía	Accidente con semoviente	16-02-11	Miércoles	07:30		
Km 64	Invasión de carril	Colisión entre vehículos	25-07-11	Lunes	19:30		
Km 64	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	10-12-11	Sábado	15:00		1
Km 64 1/2	AD	Colisión entre vehículos	07-06-11	Martes	12:05		
Km 64 1/2	Semoviente en la vía	Colisión con Semoviente	09-12-11	Viernes	18:40		
Km 64+500	Imprudencia peatonal	Atropello a peatón	09-09-11	Viernes	05:15	1	
Km 65	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	16-03-11	Miércoles	18:20		2
Km 65	Invasión de carril	Colisión entre vehículos	18-06-11	Jueves	10:30		1

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 31. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2011

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Fecha	Día	Hora	Mtos	Ldos
km 65	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	22-12-11	jueves	5:30		1
Km 65 1/2	Fortuito	Caída de objeto	26-07-11	Martes	14:00		
Km 65+500	Semoviente en la vía	Colisión con semoviente	08-11-11	Martes	19:00		
Km 66 1/2	Semoviente en la vía	Colisión con Semoviente	14-12-11	Miércoles	22:40		
Km 67 1/2	Giros indebidos	Colisión entre vehículos	24-05-11	Martes	14:40		1
Km 68 1/2	Giros indebidos	Colisión entre vehículos	10-07-11	Domingo	16:10		
Km 70	Semovientes en la vía	Colisión con semovientes	18-05-11	Miércoles	21:00		
Km 70+800	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	19-10-11	Miércoles	19:30		4
Km 71	No guardar distancia entre vehículos	Colisión entre vehículos	09-01-11	Domingo	05:30		

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 31. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2011

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Fecha	Día	Hora	Mtos	Ldos
Km 72	Giros indebidos	Colisión con objeto fijo	14-01-11	Viernes	19:30		3
Km 73	Giros indebidos	Vuelco	23-06-11	Jueves	15:45		
Km 73	Mal estado de la vía	Colisión con objeto fijo	30-06-11	Jueves	05:15		
Km 73	Mal estado de la vía	Colisión con objeto fijo	03-07-11	Domingo	15:30		
Km 73 1/2	Mal estado de la vía	Colisión con objeto fijo	02-08-11	Martes	18:30		4
Km 73+200	Giros indebidos	Colisión entre vehículos	05-06-11	Domingo	12:30		
Km 74	Falta de pericia al retroceso	Colisión entre vehículo	22-02-11	Martes	13:05		
Km 74 1/2	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	25-10-11	Martes	12:00	1	1
Km 75 1/2	Semovientes en la vía	Choque con semoviente	02/04/2011	Sábado	19:30		

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 31. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2011

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Fecha	Día	Hora	Mtos	Ldos
Km 76+500	Semoviente en la vía	Colisión con semoviente	10-11-11	Jueves	11:30		
Km 77+100	No guardar distancia entre vehículos	Colisión entre vehículos	29-05-11	Domingo	03:30		
Km 78+800	Semovientes en la vía	Colisión con semovientes	12-05-11	Jueves	21:00		
Km 79 1/2	No guardar distancia entre vehículos	Colisión entre vehículos	31-01-11	Lunes	14:30		2
Km 79+800	No guardar distancia entre vehículos	Colisión entre vehículos	27-09-11	Martes	15:00		

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 32. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2012

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Fecha	Hora	Día	Mtos	Ldos
Km. 64 carretera Guanacaste/Nandaime	Semoviente en la vía	Colisión con semoviente	07/06/2012	10:00	Jueves		
Km. 64 carretera Guanacaste/Nandaime	Giro indebido	Colisión con objeto fijo	25/06/2012	12:30	Lunes		
Km. 64.5 c/Graninan-Nandaime	Caída de pasajero	Caída de pasajero	03/06/2012	16:15	Domingo	1	
Km. 64.5 empalme Guanacaste-Grajinana	Falta de pericia	Vuelco	29/07/2012	16:10	Domingo		
Km. 65 carretera Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículo	13/11/2012	10:40	Martes		
Km. 65 carretera empalme Grajinan	Invasión de carril	Colisión entre vehículo	20/04/2012	21:30	Viernes	1	1
Km. 65 carretera empalme Grajinan	Invasión de carril	Colisión entre vehículo	23/03/2012	08:30	Viernes		
Km. 65 carretera Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículo	18/07/2012	10:00	Miércoles		
km. 65 carretera Rivas	Invasión de carril	Colisión entre vehículo	22/07/2012	08:50	Domingo		1
Km. 65 empalme Grajinan carretera Jinotepe	falta de tutela	Atropello de peatón	14/02/2012	12:30	Martes		1
Km. 65.5 carretera Rivas	Invasión de carril	Colisión y fuga	15/07/2012	10:35	Domingo		1

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 32. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2012

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Fecha	Hora	Día	Mtos	Ldos
Km. 65.5 carretera Rivas	Invasión/ carril/estado de ebriedad	Colisión entre vehículo	22/07/2012	22:15	Domingo		5
Km. 65.5 c/Guanacaste/Grajinan	No guardar distancia	Colisión entre vehículo	03/09/2012	19:45	Lunes		
Km. 66 c/Guanacaste-Grajinan	Giro indebido	Triple colisión	15/09/2012	17:45	Sábado		
Km. 66.5 c/Grajina/Nandaime	Giro indebido	Colisión entre vehículo	05/11/2012	05:30	Lunes		
Km. 66.5 carretera Guanacaste-Grajinan	imprudencia peatonal	Atropello de peatón	18/01/2012	12:30	Miércoles		1
km. 66.5 carretera Rivas	Invasión de carril	Colisión entre vehículo	15/01/2012	15:15	Domingo	1	1
Km. 66.5 carretera Rivas	Invasión de carril	Colisión entre vehículo	16/03/2012	15:30	Viernes		
Km. 66.5 carretera Rivas	Giro indebido	Colisión entre vehículo	15/07/2012	16:24	Domingo		
Km. 66.5 carretera Rivas.	No guardar distancia	Colisión entre vehículo	26/01/2012	08:50	Jueves		
Km. 66.5 carretera Nandaime-Jinotepe	Giro indebido	Atropello de peatón	10/02/2012	12:30	Viernes		1
Km. 67 carretera Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículo	23/04/2012	01:00	Lunes		2

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 32. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2012

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Fecha	Hora	Día	Mtos	Ldos
km. 67 carretera Rivas, entrada al calvario	Invasión de carril	Colisión entre vehículo	01/01/2012	09:00	Domingo	1	
Km. 67.5 carretera Rivas	Giro indebido	Colisión entre vehículo	17/05/2012	11:15	Jueves		
Km. 68.5 carretera Rivas	Invasión de carril	Colisión entre vehículo	28/02/2012	05:00	Martes	1	4
Km. 69 c/Nandaime/Rivas	Falta pericia estado de ebriedad	Colisión con objeto fijo	07/10/2012	01:30	Domingo		
Km. 69 c/Rivas	Giro indebido	vuelco	23/09/2012	01:10	Domingo		
Km. 69.5 carretera Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículo	05/05/2012	16:50	Sábado		
Km. 70 c/Nandaime/Rivas	Mal estado mecánico	Vuelco	01/11/2012	06:45 0	Jueves		
Km. 70 frente escuela Jesús Maria	no guardar distancia	Colisión entre vehículo	01/02/2012	18:15	Miércoles		
Km. 70 Manchón carretera - Rivas	fortuito	Caída de objeto	25/07/2012	11:50	Miércoles		
Km. 75 carretera Rivas	giro indebido	Vuelco	29/03/2012	14:15	Jueves		3
Km. 76 carretera Rivas	Invasión de carril	Colisión y fuga	17/11/2012	20:00	Sábado		
Km. 76.5 carretera Rivas	Invasión de carril	Colisión entre vehículo	05/08/2012	15:00	Domingo		1
Km. 76.9 carretera Rivas	Exceso de velocidad	Colisión entre vehículo	30/05/2012	09:30	Miércoles	1	

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 32. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2012

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Fecha	Hora	Día	Mtos	Ldos
Km. 77 carretera Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículo	23/03/2012	16:30	Viernes		
Km. 77.5 carretera Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículo	20/04/2012	13:00	Viernes		
Km. 77.5 carretera Rivas	Colisión con semoviente	Semoviente en la vía	27/03/2012	09:45	Martes		1
Km. 78 c/Nandaime-Rivas.	Exceso de velocidad	Colisión entre vehículo	29/10/2012	20:40	Lunes	1	1
Km. 78 carretera Rivas	No guardar la distancia	Colisión entre vehículo	12/03/2012	02:00	Lunes		
Km. 78.5 carretera Rivas	Exceso velocidad/estado de ebriedad	Vuelco	15/04/2012	23:00	Domingo	2	3
Km. 79 c/Nandaime-Rivas	Invasión de carril	Colisión entre vehículo	03/10/2012	12:30	Miércoles		
Km.71.5 c/Nandaime/Rivas.	Falta pericia	Colisión con objeto fijo	20/10/2012	12:45	Sábado		

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 33. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2013

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Hora	Fecha	Día	Mtos	Ldos
km. 64, carretera Grajinan - Nandaime	Giros indebidos	Colisión entre vehículos	17:45	08/11/2013	Viernes		1
km. 64, carretera Nandaime - Rivas	Imprudencia peatonal	Atropello de peatones	10:30	29/08/2013	Jueves		1
km. 64, carretera Rivas	Giros indebidos	Provocar accidente y darse a la fuga	04:30	19/07/2013	Viernes		1
km. 64.2, carretera Grajinan - Nandaime	Invadir carril	Colisión entre vehículos	11:55	27/03/2013	Miércoles		1
km. 64.5, carretera Grajinan - Nandaime	Mal estado mecánico	Colisión entre vehículos	19:30	02/11/2013	Sábado		1
km. 64.5, empalme Grajinan	Giros indebidos	Atropello de peatones	19:00	03/03/2013	Domingo	1	
km. 65, carretera Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	18:40	02/10/2013	Miércoles		
km. 65.2, carretera Nandaime - Rivas	Giros indebidos	Colisión entre vehículos	12:40	18/08/2013	Domingo		1

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 33. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2013

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Hora	Fecha	Día	Mtos	Ldos
km. 65.5, entrada matadero 300 vrs norte	Giros indebidos	Colisión entre vehículos	18:30	20/07/2013	Sábado		1
km. 65.5, carretera Rivas	Giros indebidos	Colisión entre vehículos	14:00	30/03/2013	Sábado		1
km. 65.5, carretera Rivas	Semoviente en la vía	Accidente con semovientes	16:00	07/04/2013	Domingo		
km. 65.5, carretera Grajinan- Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	18:30	07/07/2013	Domingo		
km. 66, carretera Rivas	Imprudencia peatonal	Atropello de peatones	22:30	27/07/2013	Sábado		1
km. 66, carretera Rivas	Invadir carril	Colisión entre vehículos	18:00	01/02/2013	Viernes		
km. 66, carretera Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	15:45	31/07/2013	Miércoles		
km. 66, carretera Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	06:50	25/11/2013	Lunes		
km. 66, frente gasolinera UNO	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	06:50	25/01/2013	Miércoles		

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 33. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2013

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Hora	Fecha	Día	Mtos	Ldos
km. 66.3, carretera Guanacaste Grajinan	Giros indebidos	Con objeto fijo	14:20	24/11/2013	Domingo	1	
km. 66.5, carretera Nandaime -Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	13:30	17/07/2013	Miércoles		
km. 66.5, carretera Rivas	Invadir carril	Colisión entre vehículos	14:40	01/03/2013	viernes		
km. 67.7, carretera Rivas - Nandaime	Desconocida	Atropello y darse a la fuga	05:00	01/01/2013	Martes	1	
km. 68, carretera Grajinan-Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	12:30	01/07/2013	Lunes		
km. 68, carretera Nandaime - Rivas	Fortuito	Caída de objeto	16:00	28/08/2013	Miércoles		
km. 70.5, carretera Rivas	Falta de pericia	Atropello de peatones	18:30	17/09/2013	Martes		1
km. 71, carretera Rivas - el Manchón	Invadir carril	Colisión entre vehículos	20:30	02/02/2013	Sábado		1
km. 73.5, carretera Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	11:15	23/04/2013	Martes		1

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 33. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2013

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Hora	Fecha	Día	Mtos	Ldos
km. 74, carretera Rivas-Cmca. Iguanero	Imprudencia peatonal	Atropello de peatones	18:20	21/11/2013	Jueves	1	
km. 74.5, carretera Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	16:48	27/09/2013	Viernes		
km. 76, carretera Rivas	Imprudencia peatonal	Atropello de peatones	19:35	07/04/2013	Domingo		1
km. 76.5, carretera Rivas	Semoviente en la vía	Accidentes con semovientes	14:10	07/04/2013	Domingo		
km. 77, carretera Rivas	Desatender señales	Colisión entre vehículos	23:40	07/12/2013	Sábado		
km. 77.5, carretera Rivas	no guardar distancia	Colisión entre vehículos	18:16	25/10/2013	viernes		
km. 77.5, carretera a Rivas	no guardar distancia	Colisión entre vehículos	15:00	20/03/2013	miércoles		
km. 78, carretera Rivas	invadir carril	Colisión entre vehículos	02:30	14/03/2013	jueves		1
km. 78.5, carretera Nandaime - Rivas	giros indebidos	Colisión con objeto fijo	06:20	01/07/2013	lunes		
km. 80, carretera Nandaime - Rivas	mal estado mecánico	Colisión con objeto fijo	13:20	26/08/2013	lunes		

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 34. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2014

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Hora	Fecha	Día	Mtos	Ldos
Km. 64, carretera Grajinan 30 mts. Este	Desconocida	Colisión entre vehículos	15:40	01/06/2014	Domingo		
Km. 64, carretera Grajinan - Jinotepe	Desatender señales	Colisión entre vehículos	13:45: 00	28/04/2014	Lunes		
Km. 64, carretera Guanacaste - Grajinan	Invasión de carril	Colisión entre vehículos	06:40	17/07/2014	Jueves		
Km. 64, carretera Guanacaste - Grajinan	Mal estado mecánico	Con objeto fijo	19:40	25/07/2014	Viernes		
Km. 64, empalme Grajinan	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	18:30	18/01/2014	Sábado		1
Km. 65, carretera Jinotepe	Retroceder sin precaución	Colisión entre vehículo	15:45	10/11/2014	Lunes		
Km. 65, carretera Nandaime - Rivas	Imprudencia peatonal	Atropello de peatón	19:30	13/08/2014	Miércoles		1
Km. 65, carretera Rivas	Semoviente en la vía	Accidente con semoviente	18:00	06/12/2014	Sábado		
Km. 65, carretera Rivas	Semoviente en la vía	Accidente con semoviente	16:45	15/12/2014	Domingo		

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 34. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2014

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Hora	Fecha	Día	Mtos	Ldos
Km. 65.5 ,carretera Rivas	Invasión de carril	colisión entre vehículos	16:14	11/09/2014	Jueves		
Km. 65.5, carretera Granada - Guanacaste	Giros indebidos	Vuelcos	05:00	25/02/2014	Martes		
Km. 65.5, Guanacaste - Grajinan	Invasión de carril	Colisión entre vehículos	05:30	23/10/2014	Miércoles		2
Km. 65.7, carretera Grajinan - Rivas	Falta de pericia	Colisión entre vehículos	14:00	13/05/2014	Martes		2
Km. 66, carretera Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículo	06:00	11/12/2014	Jueves		1
Km. 66.3, carretera Nandaime - Rivas	Invadir carril	Colisión entre vehículos	13:00	12/05/2014	Lunes		1
Km. 66.5, carretera Granada - Rivas	Semoviente en la vía	Colisión entre vehículos	13:42	02/05/2014	Viernes		
Km. 66.5, carretera Rivas	Invadir carril	Colisión entre vehículos	13:50	14/02/2014	Viernes		1
Km. 66.5, Nandaime Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículo	09:00	18/08/2014	Miércoles		

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 34. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2014

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Hora	Fecha	Día	Mtos	Ldos
Km. 67.5, carretera Grajinan - Jinotepe	Invadir carril	Colisión con objeto fijo	17:50	07/05/2014	Miércoles		
Km. 67.5, carretera Rivas	Invasión de carril	Colisión entre vehículo	18:18	04/11/2014	Martes		
Km. 67.5, carretera Rivas	Semoviente en la vía	Accidente semoviente	18:00	12/12/2014	Viernes		
Km. 68, carretera Guanacaste - Grajinan	Giro indebido	Colisión entre vehículo	17:40	28/10/2014	Martes		2
Km. 68, carretera Nandaime - Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	18:30	04/05/2014	Domingo	1	
Km. 70, carretera Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	12:30	24/02/2014	Lunes		
Km. 70, carretera Rivas	Invadir carril	Colisión entre vehículos	05:45	17/02/2014	Lunes		2
Km. 70, carretera Rivas	Semoviente en la vía	Accidente con semoviente	16:45	21/10/2014	Martes		
Km. 70, carretera Rivas	Semoviente en la vía	Accidente con semoviente	19:30	22/10/2014	Miércoles		

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 34. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2014

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Hora	Fecha	Día	Mtos	Ldos
Km. 70.5, carretera Nandaime - Rivas	Falta de pericia	Sin contacto	09:30	06/06/2014	Viernes		
Km. 71, carretera Nandaime - Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	21:00	09/06/2014	Lunes		
Km. 71, carretera Nandaime - Rivas	Invasión de carril	Colisión entre vehículos	20:03	18/07/2014	Viernes		
Km. 71.5, carretera Nandaime - Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	13:45	03/06/2014	Martes		
Km. 72, carretera Rivas	Fortuito	Sin contacto	14:40	25/01/2014	Sábado		
Km. 75, carretera Nandaime - Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	02:00	01/06/2014	Domingo		
Km. 76, carretera Rivas	Desatender señales	Colisión entre vehículos	19:30	09/03/2014	Domingo		1
Km. 76.5, carretera Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	18:00	12/04/2014	Sábado		
Km. 77, carretera Rivas	Giro indebido	Caída de objeto	14:00	03/12/2014	Miércoles		

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 34. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2014

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Hora	Fecha	Día	Mtos	Ldos
Km. 78.5, carretera Rivas	Semoviente en la vía	Accidente con semovientes	20:00	26/04/2014	Sábado		
Km. 79, carretera Nandaime - Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	20:15	07/06/2014	Sábado		
Km. 79.3, carretera Rivas	Semoviente en la vía	Colisión entre vehículo	04:50	18/12/2014	Jueves		
Km. 79.5, carretera Rivas - Nandaime	Semoviente en la vía	Accidente con semovientes	01:30	30/05/2014	Viernes		
Km. 80, carretera Rivas	Giros indebidos	Colisión entre vehículos	05:00	14/04/2014	Lunes		1
Km.76, carretera Nandaime - Rivas	Giros indebido	Vuelco	06:00	01/06/2014	Domingo		

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 35. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2015

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Hora	Fecha	Día	Mtos	Ldos
Km. 64, carretera Granada - Jinotepe	Semoviente en la vía	Accidente con semovientes	04:30	26/10/2015	Lunes		
Km. 64, carretera Granada - Jinotepe	Giros indebidos	Con objeto fijo	02:05	30/12/2015	Miércoles		
Km. 64, carretera Granada - Nandaime	Giros indebidos	Colisión entre vehículos	23:30	01/05/2015	Viernes		
Km. 64, carretera Granada - Nandaime	Desatender señales	Colisión entre vehículos	13:20	03/05/2015	Domingo		
Km. 64, carretera Granada - Nandaime	Desatender señales	Colisión entre vehículos	13:40	16/05/2015	Sábado		2
Km. 64, carretera Granada - Nandaime	Giros indebidos	Colisión entre vehículos	13:20	27/11/2015	Viernes		
Km. 64, empalme Granada - Nandaime Jinotepe, 300	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	15:20	10/11/2015	Martes		
Km. 64.5, carretera Granada - Jinotepe	Desatender señales	Colisión entre vehículos	08:10	25/05/2015	Lunes		2
Km. 64.5, carretera Granada - Jinotepe	Invadir carril	Colisión entre vehículos	22:00	27/03/2015	Viernes		

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 35. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2015

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Hora	Fecha	Día	Mtos	Ldos
Km. 64.6, carretera Nandaime - Rivas	Semoviente en la vía	Accidente con semovientes	03:30	02/01/2015	Viernes		1
Km. 64.7, carretera Nandaime - Rivas	Semoviente en la vía	Accidente con semovientes	02:00	21/12/2015	Lunes		
Km. 65, carretera Nandaime - Rivas	Fortuito	Sin contacto	11:35	18/03/2015	Miércoles		
Km. 65, carretera Nandaime - Rivas	Semoviente en la vía	Accidente con semovientes	23:30	03/10/2015	Sábado		
Km. 65.5, carretera Nandaime - Rivas	Semoviente en la vía	Accidente con semovientes	20:00	16/08/2015	Domingo		2
Km. 65.5, carretera Nandaime - Rivas	Invadir carril	Colisión entre vehículos	07:00	24/02/2015	Martes		
Km. 65.5, carretera Nandaime - Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	03:30	18/04/2015	Sábado		
Km. 65.5, carretera Nandaime - Rivas	Invadir carril	Colisión entre vehículos	20:30	26/07/2015	Domingo		
Km. 65.9, carretera Nandaime - Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	16:30	05/02/2015	Jueves		

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 35. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2015

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Hora	Fecha	Día	Mtos	Ldos
Km. 65.9, carretera Nandaime - Rivas	Invadir carril	Colisión entre vehículos	19:30	19/01/2015	Lunes		1
Km. 66, carretera Nandaime - Rivas	Invadir carril	Colisión entre vehículos	09:00	03/02/2015	Martes		
Km. 66, carretera Nandaime - Rivas	Giros indebidos	Colisión entre vehículos	07:50	22/05/2015	Viernes		
Km. 66, carretera Nandaime - Rivas	No guardar distancia	Provocar accidente y	13:35	05/10/2015	Lunes		
Km. 66, carretera Nandaime - Rivas	Interceptar el paso	Atropello de peatones	17:30	02/12/2015	Miércoles		1
Km. 66.1, carretera Nandaime - Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	16:50	08/08/2015	Sábado		
Km. 66.5, carretera Nandaime - Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	08:00	23/04/2015	Jueves		
Km. 67, carretera Nandaime - Rivas	Invadir carril	Colisión entre vehículos	01:20	20/09/2015	Domingo	1	
Km. 67.3, carretera Nandaime - Rivas	Mal estado mecánico	Sin contacto	08:00	02/11/2015	Lunes		1

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 35. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2015

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Hora	Fecha	Día	Mtos	Ldos
Km. 67.5, carretera Nandaime - Rivas	Fortuito	Caída de objeto	11:00	24/10/2015	Sábado		
Km. 68.5, carretera Nandaime - Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	19:30	05/05/2015	Martes		
Km. 69.5, carretera Nandaime - Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	14:00	21/06/2015	Domingo		
Km. 69.5, carretera Nandaime - Rivas	Invadir carril	Colisión entre vehículos	13:20	02/04/2015	Jueves		
Km. 70.8, carretera Nandaime - Rivas	Invadir carril	Colisión entre vehículos	18:30	14/06/2015	Domingo		1
Km. 70.8, carretera Nandaime - Rivas	Desatender señales	Colisión entre vehículos	19:00	14/06/2015	Domingo		
Km. 71, carretera Nandaime - Rivas	Salido de la vía	Vuelcos	22:40	15/08/2015	Sábado		
Km. 71, carretera Nandaime - Rivas	Conducir contra la vía	Colisión entre vehículos	23:00	23/02/2015	Lunes		
Km. 74.5, carretera Nandaime - Rivas	Invadir carril	Colisión entre vehículos	13:45	03/12/2015	Jueves		

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 35. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2015

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Hora	Fecha	Día	Mtos	Ldos
Km. 74.8, carretera Nandaime - Rivas	Semoviente en la vía	Accidente con semovientes	13:30	31/08/2015	Lunes		
Km. 75, carretera Nandaime - Rivas	Falta precaución al retroceder	Colisión entre vehículos	15:15	22/08/2015	Sábado		
Km. 77, carretera Nandaime - Rivas	Giros indebidos	Provocar accidente y	01:30	02/11/2015	Lunes	1	
Km. 77.5, carretera Nandaime - Rivas	Invadir carril	Colisión entre vehículos	17:15	17/12/2015	Jueves		2
Km. 78.5, carretera Nandaime - Rivas	Mal estado mecánico	Colisión entre vehículos	14:30	03/04/2015	Viernes		
Km. 78.9, carretera Nandaime - Rivas	Semoviente en la vía	Accidente con semovientes	10:35	05/08/2015	Miércoles		
Km. 79.5, carretera Nandaime - Rivas	Exceso de velocidad	Accidente con semovientes	18:25	13/09/2015	Domingo		
Km. 80, carretera Nandaime - Rivas	Semoviente en la vía	Accidente con semovientes	08:30	05/09/2015	Sábado		

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 36. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2016

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Hora	Fecha	Día	Mtos	Ldos
Km. 64 carretera Grajinan - Nandaime	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	12:10	04/04/2016	Lunes		
Km. 64 carretera Granada - Nandaime	Invadir carril	Colisión entre vehículos	10:30	03/09/2016	Sábado		
Km. 64 carretera Granada - Nandaime	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	20:00	15/04/2016	Viernes		
Km. 64 carretera Grajinan - Nandaime	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	13:40	01/09/2016	Jueves		
Km. 64 empalme el Grajinan - Nandaime	Desatender señales	Colisión entre vehículos	10:58	29/11/2016	Martes		
Km. 64 Grajinan - Nandaime	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	18:00	26/08/2016	Viernes		
Km. 64 Nandaime empalme el Grajinan	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	19:00	19/08/2016	Viernes		
Km. 64.5 carretera Nandaime - Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	10:00	08/07/2016	Viernes		
Km. 64.5 carretera granada Grajinan	Imprudencia peatonal	Vuelcos	20:20	15/12/2016	Jueves		

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 36. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2016

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Hora	Fecha	Día	Mtos	Ldos
Km. 64.5 carretera Nandaime - Grajinan	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	17:25	18/05/2016	Miércoles		
Km. 64.5 carretera Nandaime empalme el	Semoviente en la vía	Accidentes con semovientes	11:40	06/10/2016	Jueves		
Km. 64.5 carretera sur Grajinan-Nandaime	Conducir c/la vía	Colisión entre vehículos	15:30	23/03/2016	Miércoles	1	
Km. 64.5 Nandaime - Rivas	Semoviente en la vía	Vuelcos	16:30	13/08/2016	Sábado		
Km. 64.5 Nandaime - Rivas	Semoviente en la vía	Con objeto fijo	16:30	25/08/2016	Jueves		
Km. 64.8 carretera Nandaime - Rivas	No guardar distancia	Atropello de peatones	19:00	25/08/2016	Jueves		2
Km. 64.9 carretera Nandaime - Rivas	Invadir carril	Colisión entre vehículos	18:10	04/09/2016	Domingo		
Km. 65 100 mts al norte carretera Nandaime	Semoviente en la vía	Accidente con semovientes	05:00	19/07/2016	Martes		
Km. 65 carretera sur-Nandaime	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	10:30	24/02/2016	Miércoles	1	

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 36. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2016

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Hora	Fecha	Día	Mtos	Ldos
Km. 65.5 carretera sur-Nandaime	Semoviente en la vía	Accidente con semovientes	04:45	01/02/2016	Lunes		
Km. 65.5 carretera Diriomo poste rojo	Desatender señales	Colisión entre vehículos	12:00	10/01/2016	Domingo	1	
Km. 65.5 carretera sur-Nandaime Guanacaste	Desatender señales	Colisión entre vehículos	10:40	23/01/2016	Sábado		
Km. 65.8 carretera granada Masaya	Semoviente en la vía	Accidente con semovientes	00:00	27/04/2016	Miércoles		
Km. 65.8 carretera sur Carazo -Nandaime	Invadir carril	Colisión entre vehículos	19:00	23/03/2016	Miércoles		1
Km. 65.9 carretera Guanacaste - empalme	Invadir carril	Colisión entre vehículos	12:05	23/06/2016	Jueves		
Km. 66.5 carretera sur frente a la gasolinera uno	Desatender señales	Colisión entre vehículos	11:00	24/01/2016	Domingo		
Km. 66 carretera granada al Guanacaste caña de	Imprudencia peatonal	Vuelcos	19:40	02/06/2016	Jueves		1
Km. 66 carretera sur Nandaime-Granada	Semoviente en la vía	Accidente con semovientes	18:20	20/02/2016	Sábado		

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 36. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2016

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Hora	Fecha	Día	Mtos	Ldos
Km. 67.4c Ochomogo - Nandaime	Invadir carril	Colisión entre vehículos	11:00	24/10/2016	Lunes		
Km. 67.5 carretera Nandaime - Rivas	Invadir carril	Colisión entre vehículos	19:30	29/03/2016	Martes		3
Km. 67.5 carretera Nandaime - Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	19:20	13/09/2016	Martes		
Km. 68 carretera Nandaime - Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	07:00	15/05/2016	Domingo		1
Km. 68 carretera Rivas - Nandaime	Distracción en el manejo	Vuelcos	15:25	26/12/2016	Lunes	2	1
Km. 68.5 carretera Nandaime - Rivas	Invadir carril	Colisión entre vehículos	08:30	18/12/2016	Domingo		1
Km. 68.8 carretera Nandaime - Rivas	Falta precaución al retroceder	Colisión entre vehículos	13:00	13/08/2016	Sábado		
Km. 69 carretera Nandaime - Rivas	No guardar distancia	Colisión entre vehículos	18:00	11/05/2016	Miércoles		1
Km. 69.5 carretera Nandaime -Rivas (El	Invadir carril	Colisión entre vehículos	06:30	21/06/2016	Martes		2

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 36. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2016

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Hora	Fecha	Día	Mtos	Ldos
Km. 70.5 carretera Nandaime - Rivas	Giros indebidos	colisión entre vehículos	18:40	24/05/2016	Martes		
Km. 71.5 carretera Nandaime - Rivas	Falta de pericia	Vuelcos	15:30	21/05/2016	Sábado		
Km. 72 carretera Nandaime - Ochomogo	Fortuito	Caída de objeto	07:40	14/07/2016	Jueves		
Km. 72 carretera Rivas - Nandaime	Mal estado mecánico	colisión entre vehículos	07:30	09/08/2016	Martes		
Km. 72.5 carretera Nandaime - Rivas	Giros indebidos	Con objeto fijo	23:15	08/04/2016	Viernes		
Km. 73.8 carretera Nandaime - Rivas	Invadir carril	colisión entre vehículos	06:50	16/04/2016	Sábado		
Km. 76 carretera Nandaime - Rivas	Exceso de velocidad	Atropello de peatones	04:30	11/12/2016	Domingo	1	
Km. 76.1 El Iguanero - Nandaime	Invadir carril	Provocar accidente y	18:45	10/07/2016	Domingo		4
Km. 76.5 carretera Nandaime - Ochomogo	Exceso de velocidad	colisión entre vehículos	20:40	03/12/2016	Sábado		

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 36. Accidentes carretera NIC-2, tramo km 64 (empalme El Grajinan) al km 80 (puente Ochomogo) de enero - diciembre del 2016

Dirección exacta	Causa de accidente	Tipo de accidente	Hora	Fecha	Día	Mtos	Ldos
Km. 78 carretera Ochomogo -Nandaime	Semoviente en la vía	Accidente con semovientes	03:10	09/10/2016	Domingo		
Km. 79 carretera Nandaime	Semoviente en la vía	colisión entre vehículos	22:30	28/07/2016	Jueves		
Km. 80 puente de Ochomogo carretera Nandaime Rivas	No guardar distancia	colisión entre vehículos	15:20	27/08/2016	Sábado		

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 37. Clasificación de accidentes por su causa entre los años 2011 al 2016

Causas	Años						Total
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Semoviente en la vía	8.0	2.0	2.0	9.0	8.0	9.0	38.0
Invasión de carril	2.0	12.0	5.0	9.0	10.0	10.0	48.0
No guardar distancia	9.0	10.0	11.0	10.0	8.0	13.0	61.0
Imprudencia peatonal	1.0	1.0	4.0	1.0	0.0	2.0	9.0
Fortuito	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	7.0
Giros indebidos	5.0	8.0	9.0	5.0	5.0	2.0	34.0
Mal estado de la vía	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
Falta de pericia al retroceso	1.0	2.0	1.0	3.0	1.0	2.0	10.0
Caída de pasajero	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
Exceso de velocidad	0.0	2.0	0.0	0.0	1.0	2.0	5.0
Falta de tutela	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
Mal estado mecánico	0.0	1.0	0.0	1.0	2.0	1.0	5.0
Falta pericia en estado de	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
Exceso de velocidad/estado de	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
Interceptar el paso	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0
Salido de la vía	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0
Conducir contra la vía	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	2.0
Desatender señales	0.0	0.0	2.0	2.0	4.0	4.0	12.0
Distracción en el manejo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
Desconocida	1.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	3.0
Total de accidentes	31.0	43.0	36.0	42.0	44.0	48.0	244.0

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de La Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

Tabla 38. Consecuencias de accidentes por causa entre los años 2011 al 2016

Causa de accidentes	Accidentes	Lesionados	Muertos
Semoviente en la vía	38.0	4.0	0.0
Invasión de carril	48.0	39.0	5.0
No guardar distancia	61.0	20.0	3.0
Imprudencia peatonal	9.0	6.0	2.0
Fortuito	7.0	0.0	0.0
Giros indebidos	34.0	16.0	3.0
Mal estado de la vía	3.0	4.0	0.0
Falta de pericia al retroceso	10.0	3.0	0.0
Caída de pasajero	1.0	0.0	1.0
Exceso de velocidad	5.0	1.0	3.0
Falta de tutela	1.0	1.0	0.0
Mal estado mecánico	5.0	2.0	0.0
Falta pericia en estado de	1.0	0.0	0.0
Exceso de velocidad/estado de	1.0	3.0	2.0
Interceptar el paso	1.0	1.0	0.0
Salido de la vía	1.0	0.0	0.0
Conducir contra la vía	2.0	0.0	1.0
Desatender señales	12.0	5.0	1.0
Distracción en el manejo	1.0	1.0	2.0
Desconocida	3.0	0.0	1.0
Total	244.0	106.0	24.0

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de La Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

Tabla 39. Clasificación de accidentes por su tipo entre los años 2011 al 2016

Tipos de accidentes	Años						Total
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Accidente con semoviente	8	2	2	7	9	6	34
Colisión entre vehículos	16	25	22	27	27	31	148
Atropello a peatón	1	3	6	1	1	2	14
Caída de objeto	1	1	1	1	1	1	6
Colisión con objeto fijo	4	3	3	2	1	2	15
Vuelco	1	5	0	2	1	5	14
Caída de pasajero	0	1	0	0	0	0	1
Colisión y fuga	0	2	1	0	2	1	6
Triple colisión	0	1	0	0	0	0	1
Atropello y darse a la fuga	0	0	1	0	0	0	1
Sin contacto	0	0	0	2	2	0	4
Total de accidentes	31	43	36	42	44	48	244

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de La Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

Tabla 40. Consecuencias de accidentes por su tipo entre los años 2011 al 2016

Tipo de accidentes	Accidentes	Lesionados	Muertos
Accidente con semoviente	34.0	4.0	0.0
Colisión entre vehículos	148.0	69.0	12.0
Atropello a peatón	14.0	11.0	4.0
Caída de objeto	6.0	0.0	0.0
Colisión con objeto fijo	15.0	7.0	1.0
Vuelco	14.0	8.0	4.0
Caída de pasajero	1.0	0.0	1.0
Colisión y fuga	6.0	1.0	0.0
Triple colisión	1.0	0.0	0.0
Atropello y darse a la fuga	1.0	5.0	2.0
Sin contacto	4.0	1.0	0.0
Total	244.0	106.0	24.0

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de La Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

Tabla 41. Clasificación de accidentes por mes y sus consecuencias entre los años 2011 al 2016

Clasificación de accidentes por mes y sus consecuencias			
Meses	Accidentes	Lesionados	Muertos
Enero	16	10	4
Febrero	19	10	2
Marzo	19	14	2
Abril	22	9	3
Mayo	24	10	2
Junio	21	5	1
Julio	28	14	0
Agosto	22	12	0
Septiembre	15	1	2
Octubre	19	10	2
Noviembre	18	3	3
Diciembre	21	8	3
Total	244	106	24

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de La Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

Tabla 42. Clasificación de accidentes por día y sus consecuencias entre los años 2011 al 2016

Accidentes por día y sus consecuencias			
Día	Accidentes	Lesionados	Muertos
Lunes	32.0	14.0	4.0
Martes	32.0	23.0	3.0
Miércoles	34.0	14.0	3.0
Jueves	32.0	13.0	1.0
Viernes	33.0	9.0	2.0
Sábado	35.0	9.0	0.0
Domingo	46.0	24.0	11.0
Total	244.0	106.0	24.0

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de La Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

Tabla 43. Clasificación de accidentes por hora y sus consecuencias, entre los años 2011 al 2016

Accidentes por horas			
Hora (24hrs)	Accidentes	Lesionados	Muertos
00:00 - 01:00	1.0	0.0	0.0
01:00 - 02:00	6.0	2.0	2.0
02:00 - 03:00	5.0	1.0	0.0
03:00 - 04:00	4.0	1.0	0.0
04:00 - 05:00	5.0	1.0	1.0
05:00 - 06:00	12.0	10.0	3.0
06:00 - 07:00	9.0	3.0	0.0
07:00 - 08:00	6.0	1.0	0.0
08:00 - 09:00	8.0	5.0	0.0
09:00 - 10:00	6.0	1.0	2.0
10:00 - 11:00	12.0	3.0	1.0
11:00 - 12:00	10.0	2.0	0.0
12:00 - 13:00	15.0	5.0	2.0
13:00 - 14:00	18.0	4.0	0.0
14:00 - 15:00	13.0	9.0	1.0
15:00 - 16:00	17.0	4.0	4.0
16:00 - 17:00	16.0	0.0	1.0
17:00 - 18:00	7.0	6.0	0.0
18:00 - 19:00	25.0	15.0	2.0
19:00 - 20:00	22.0	19.0	1.0
20:00 - 21:00	11.0	4.0	1.0
21:00 - 22:00	4.0	1.0	1.0
22:00 - 23:00	6.0	6.0	0.0
23:00 - 24:00	6.0	3.0	2.0
Total	244.0	106.0	24.0

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de La Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

Tabla 44. Clasificación de accidentes por ubicación y sus consecuencias, entre los años 2011 al 2016

Ubicación de accidentes			
Ubicación	Accidentes	Lesionados	Muertos
Km64	48.0	14.0	4.0
Km65	44.0	25.0	3.0
Km66	31.0	9.0	2.0
Km67	14.0	7.0	3.0
Km68	11.0	9.0	4.0
Km69	7.0	3.0	0.0
Km70	14.0	8.0	0.0
Km71	9.0	1.0	0.0
Km72	5.0	3.0	0.0
Km73	7.0	5.0	0.0
Km74	6.0	1.0	2.0
Km75	4.0	3.0	0.0
Km76	12.0	7.0	2.0
Km77	10.0	3.0	1.0
Km78	10.0	5.0	3.0
Km79	8.0	2.0	0.0
Km80	4.0	1.0	0.0
Total	244.0	106.0	24.0

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de La Policía Nacional, Departamento de Tránsito

Tabla 45. Cantidad y ubicación de lesionados en puntos críticos entre los años 2011 al 2016

Lesionados en puntos críticos por años							
Ubicación	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
NIC-2 Km64	1.0	0.0	5.0	1.0	5.0	2.0	14.0
NIC-2 Km65	4.0	9.0	3.0	5.0	3.0	1.0	25.0
NIC-2 Km66	0.0	3.0	1.0	3.0	1.0	1.0	9.0
NIC-2 Km70	4.0	0.0	1.0	2.0	1.0	0.0	8.0
NIC-2 Km73	4.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	5.0
Total	13.0	12.0	11.0	11.0	10	4.0	61.0

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de La Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

Tabla 46. Cantidad de muertos en puntos críticos entre los años 2011 al 2016

Muertos en puntos críticos por año							
Ubicación	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
NIC-2 Km64	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	4.0
NIC-2 Km65	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	2.0	3.0
NIC-2 Km66	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	2.0
NIC-2 Km70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NIC-2 Km73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	1.0	3.0	2.0	0.0	0.0	3.0	9.0

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de La Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

Tabla 47. Clasificación de accidentes por su tipo, en puntos críticos entre los años 2011 al 2016

Tipos de accidentes en puntos críticos	
Tipo de accidentes	Cantidad
Accidente con semoviente	21.0
Colisión entre vehículos	88.0
Atropello a peatón	11.0
Caída de objeto	2.0
Colisión con objeto fijo	8.0
Vuelco	7.0
Caída de pasajero	1.0
Colisión y fuga	3.0
Triple colisión	1.0
Atropello y darse a la fuga	0.0
Sin contacto	2.0
Total	144.0

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de La Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

Tabla 48. Clasificación de accidentes por su causa, en puntos críticos entre los años 2011 al 2016

Causa de accidentes en puntos críticos	
Tipo de accidentes	Cantidad
Semoviente en la vía	26.0
Invasión de carril	21.0
No guardar distancia	34.0
Imprudencia peatonal	7.0
Fortuito	3.0
Giros indebidos	21.0
Mal estado de la vía	3.0
Falta de pericia al retroceso	5.0
Caída de pasajero	14.0
Falta de tutela	0.0
Mal estado mecánico	1.0
Exceso velocidad/estado de ebriedad	0.0
Interceptar el paso	1.0
Conducir contra la vía	1.0
Desatender señales	5.0
Desconocida	2.0
Total	144.0

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de La Policía Nacional, Departamento de Tránsito.

Tabla 49. TPDA histórico por tipo de vehículo, carretera NIC-2 estación 206, Nandaime – Rivas

N°	Código NIC	EST.	TIPO	NOMBRE DEL TRAMO	Tipo de superficie	Clasificación funcional	Año	Motos	Autos	Jeep	Cmta.	McBus < 15 pas.	MnBus 15-30 pas.	Bus	Liv. 2-5ton	C2 5+ton	C3	Tx-Sx <=4e	Tx-Sx >=5e	Cx-Ex <=4e	Cx-Ex >=5e	V.A	V.C	Otros	TPDA
29	NIC-2	206	ECD	Nandaime - Rivas	Asfalto	Troncal Principal	2014	710	1080	569	1250	191	22	355	479	605	173		916			2		95	6447
							2012	322	640	388	879	119	29	198	457	296	59		800			17		37	4241
							2011	374	570	210	677	144	16	186	239	151	74	1	454			5	2	4	3107
							2010	200	401	294	648	117	8	198	320	185	27	1	571			4		8	2982
							2009	299	670	360	769	138	30	226	291	213	35	1	564		1	9		18	3624
							2008	228	661	405	825	132	30	218	333	300	60	1	661			10	1	32	3897
							2007	103	519	312	652	84	26	175	231	217	45	1	420		2	3		13	2805
							2006	74	498	296	602	70	20	175	212	217	38	5	427	1		2		12	2649
							2005	73	459	266	663	72	20	185	216	239	33	1	417		21	3		12	2679
							2004	75	467	281	602	67	26	166	199	212	29	1	451	2		4		14	2594
							2003	69	446	261	557	67	24	178	173	187	24	9	352	1		6		20	2374
							2002	66	425	252	584	61	22	186	170	189	26	1	316			5		22	2325
							2001	56	344	222	552	35	29	140	126	208	27		428	2		6		39	2214
							2000	54	309	227	501	39	23	142	132	180	40	0	382	1		5	0	12	2049
							1999	66	321	237	503	37	24	143	137	181	36	0	343	1		8	0	15	2053
							1998	59	317	207	500	15	4	129	70	181	20	1	249	1	1	8		15	1757
							1997	62	235	235	500	7	23	92	67	189	47	1	205	4	1	13	1	14	1696
							EMC: 2400																		
							Tasa de crecimiento 7.67%																		
							2015	764	1163	613	1346	206	24	382	516	651	186		986			2		102	6941

Fuente: Anuario de aforos de trafico años 2015.

Tabla 50. Aforo vehicular estación 64+000 / giro derecho / fecha: 16-06-17

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
INGENIERIA DE TRANSITO
PRACTICA DE CAMPO

ESTACIÓN 64+000

PUNTO N° 1

FECHA

CONTEO VEHICULAR
SECUENCIAL

CONTADOR DE TRAFICO

Felix Parrales

GIRO Derecho

16/06/2017

1

COORDINADOR DE SITIO

Roberto Obando

HORA	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTALES
	VEHICULOS LIVIANOS				AUTOBUSES			CAMIONES			CAMION REMOLQUE Cx-		TRAILER ARTICULADO Tx-					
	MOTOS	AUTOS	JEEP/SUV	PICK-UP	MICROBUS	MINIBUS 15-30	GRANDE	CAMION LIGERO	C2>4TON	C3	≤ 4 EJES	>= 5 EJES	≤ 4 EJES	>= 5 EJES	AGRICOLA	CONST.	OTRO	
6:00-6:15 AM	16	3	3	11	1	2	2	5	2	0	0	0	0	1	0	0	0	46
6:15-6:30 AM	11	7	2	7	1		5	4	2	2				3				44
6:30-6:45 AM	6	11	3	7	5		4	9	4	2								51
6:45-7:00 AM	8	14	1	13	4	1	3	7	3					5				59
7:00-7:15 AM	10	11	5	13	7	1	4	3	2					5				61
7:15-7:30 AM	14	19	2	17	5		5	5	8					3				78
7:30-7:45 AM	14	14	6	23		1	2	3	5	2				9				79
7:45-8:00 AM	11	10	9	11	2		2	3	6	3				9				66
8:00-8:15 AM	13	26	5	18	1	1	5	6	7					5				87
8:15-8:30 AM	15	11	5	21	2		2	5						3				64
8:30-8:45 AM	12	19	6	16	4	1	10	5	9					3				85
8:45-9:00 AM	10	16	4	18	5		1	3	5					5				67
9:00-9:15 AM	16	15	7	21	3		3	4	5	3				5				82
9:15-9:30 AM	9	20	6	9	2	1	3	4	4					5				63
9:30-9:45 AM	16	14	6	9	2		1	5	3					2				58
9:45-10:00 AM	11	12	5	16	6	2	3	6	3	2		3						69
10:00-10:15 AM	6	10	1	10	2		1	7	4					2				43
10:15-10:30 AM	15	15	4	20	2	1	6	6	2					4				75
10:30-10:45 AM	17	11	7	9	5		3	6	4					5				67
10:45-11:00 AM	13	7	3	6	2	1	1	4	2	1				6				46
11:00-11:15 AM	15	15	11	8	5		6	3	4					15				82
11:15-11:30 AM	13	16	4	19	4		1	3	4				1	4				69

Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Tabla 50. Aforo vehicular estación 64+000 / giro derecho / fecha: 16-06-17 / (secuencial 2)

INGENIERIA DE TRANSITO
PRACTICA DE CAMPO

ESTACIÓN 64+000

PUNTO N° 1

FECHA

CONTEO VEHICULAR
SECUENCIAL

CONTADOR DE TRAFICO

Felix Parrales

GIRO Derecho

16/06/2017

2

COORDINADOR DE SITIO

Roberto Obando

HORA	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTALES
	VEHICULOS LIVIANOS				AUTOBUSES			CAMIONES			CAMION REMOLQUE Cx-		TRAILER ARTICULADO Tx-					
	MOTOS	AUTOS	JEEP/SUV	PICK-UP	MICROBUS	MINIBUS 15-30	GRANDE	CAMION LIGERO	C2>4TON	C3	≤ 4 EJES	≥ 5 EJES	≤ 4 EJES	≥ 5 EJES	AGRICOLA	CONST.	OTRO	
11:30-11:45 AM	3	15	7	14	1		6	4	1					3				54
11:45-12:00 AM	10	15	2	10	1	1	2	5	3					9				58
12:00-12:15 AM	7	19	7	11	2		4	3	4	1				7				65
12:15-12:30 AM	10	17	6	16	1	2	3	4	5					4				68
12:30-12:45 AM	6	15	7	16	2		5	3	5	1				3				63
12:45-1:00 PM	10	15	1	15	2	1	2	4	1	1				6				58
1:00-1:15 PM	6	9	3	9	2	1	4	11	5	1				4				55
1:15-1:30 PM	12	15	12	11	6		3	3	8	3				13				86
1:30-1:45 PM	12	16	7	19	2		5	7	4					10				82
1:45-2:00 PM	9	17	8	17	1		4	6	5					4				71
2:00-2:15 PM	4	14	7	8	2	2	4	1	5					5				52
2:15-2:30 PM	5	7	8	14	3	1	3	2	6					2				51
2:30-2:45 PM	4	10	4	16	1		3	1	6					2		1		48
2:45-3:00 PM	12	12	6	12	1		3	1	1					3				51
3:00-3:15 PM	13	20	8	16	7		8	5	6	2				2				87
3:15-3:30 PM	6	15	5	13	6	1	4	6	1	1				3				61
3:30-3:45 PM	13	21	12	19			3	2	6	2				2				80
3:45-4:00 PM	8	20	5	24	2	2	4	5	1	3				1				75
4:00-4:15 PM	9	19	12	14	1	2	3	7	4					6				77
4:15-4:30 PM	10	16	14	12	1	1	1	4	4	1				8				72
4:30-4:45 PM	12	17	11	21	6		3	3	1					1				75
4:45-5:00 PM	14	15	13	10	2		3	1	1	2				1				62
5:00-5:15 PM	13	25	13	20	1		4	4	3	3				2				88
5:15-5:30 PM	15	20	4	16	3	1	2	5						2				68
5:30-5:45 PM	13	25	13	14	1		1	1	2					3				73
5:45-6:00 PM	15	27	10	13	4		5	3	10	1				7				95
TOTAL	522	732	310	682	131	27	165	207	186	37	0	3	1	212	0	1	0	3216

Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Tabla 51. Aforo vehicular estación 64+000 / giro izquierdo / fecha: 16-06-17

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
INGENIERIA DE TRANSITO
PRACTICA DE CAMPO

ESTACIÓN 64+000

PUNTO N° 2

FECHA

CONTEO VEHICULAR
SECUENCIAL

CONTADOR DE TRAFICO

Felix Parrales

GIRO Izquierdo

16/06/2017

1

COORDINADOR DE SITIO

Roberto Obando

HORA	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULO DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTALES
	VEHICULOS LIVIANOS				AUTOBUSES			CAMIONES			CAMION REMOLQUE Cx-		TRAILER ARTICULADO Tx-					
	MOTOS	AUTOS	JEEP/SUV	PICK-UP	MICROBÚS	MINIBUS 15-30	GRANDE	CAMION LIGERO	C2>4TON	C3	≤ 4 EJES	>= 5 EJES	≤ 4 EJES	>= 5 EJES	AGRICOLA	CONST.	OTRO	
6:00-6:15 AM	9	12	2	7	0	0	4	1	4	0	0	0	0	4	0	0	0	43
6:15-6:30 AM	10	7	2	9	1		2	1	2					10			44	
6:30-6:45 AM	14	14	4	4	1		4	1	2					3			47	
6:45-7:00 AM	16	12	3	11	2		2	2	2					4			54	
7:00-7:15 AM	14	13	3	18	3		4	2	2					1			60	
7:15-7:30 AM	14	12	6	8	3	1	4	3	3	1				2			57	
7:30-7:45 AM	14	12	1	13	1	1	2	1	5	3				1			54	
7:45-8:00 AM	13	9	3	10	1	3	3	2	3					3			50	
8:00-8:15 AM	16	16	5	13	3		4	2	4	2				2			67	
8:15-8:30 AM	11	12	2	11			4	2	3	1							46	
8:30-8:45 AM	5	13	6	15		1	3	1	6					8			58	
8:45-9:00 AM	17	17	8	12	4		6	1	2	1				3			71	
9:00-9:15 AM	11	10	6	10	2	1	3	2	3			2					50	
9:15-9:30 AM	14	14	7	8	2		3	2	4	3	2	5		3		1	68	
9:30-9:45 AM	9	17	1	14	2		4	3	3	1	1	4					59	
9:45-10:00 AM	8	11	9	12	2	2	1	2	2	3		5		2			59	
10:00-10:15 AM	15	8	4	9	2		3	5		1				3			50	
10:15-10:30 AM	6	12	4	10	4		3	3	6	1				4			53	
10:30-10:45 AM	18	15	7	12	5		2	2	4					4			69	
10:45-11:00 AM	9	10	2	15	3		3	5	5					5			57	
11:00-11:15 AM	8	18	6	12	5	1	3	2	3	1				9			68	
11:15-11:30 AM	15	11	4	18	1	1	3	7	2					11			73	

Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Tabla 51. Aforo vehicular estación 64+000 / giro izquierdo / fecha: 16-06-17 / (secuencial 2)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
INGENIERIA DE TRANSITO
PRACTICA DE CAMPO

ESTACIÓN 64+000

PUNTO N° 2

FECHA

CONTEO VEHICULAR
SECUENCIAL

CONTADOR DE TRAFICO

Felix Parrales

GIRO Izquierdo

16/06/2017

2

COORDINADOR DE SITIO

Roberto Obando

HORA	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULO DE CARGA						OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTALES	
	VEHICULOS LIVIANOS				AUTOBUSES			CAMIONES			CAMION REMOLQUE Cx-		TRAILER ARTICULADO Tx-					
	MOTOS	AUTOS	JEEP/SUV	PICK-UP	MICROBUS	MINIBUS 15-30	GRANDE	CAMION LIGERO	C2>4TON	C3	≤ 4 EJES	>= 5 EJES	≤ 4 EJES	>= 5 EJES	AGRICOLA	CONST.		OTRO
11:30-11:45 AM	12	14	5	7	5	1	5		3	2				2				56
11:45-12:00 AM	9	15	2	15	2		1	7	3	2				4				60
12:00-12:15 AM	10	12	3	12	3	1	6	3	3					4				57
12:15-12:30 AM	9	16	9	8	2	1	4	7	5	1			1	8				71
12:30-12:45 AM	5	15	7	17	1	1	5	4						6				61
12:45-1:00 PM	5	13	7	9	3	1	3		2	1				1				45
1:00-1:15 PM	10	24	7	13	2		4	2	2	2				4				70
1:15-1:30 PM	13	12	10	9	7		5	10	3					12				81
1:30-1:45 PM	7	18	2	20	2	2	4	2	3	1				3				64
1:45-2:00 PM	16	12	8	13	4		4	1	5	1				5				69
2:00-2:15 PM	7	13	5	13	2		4	6	7					6				63
2:15-2:30 PM	9	20	8	15	3	1	3	2	9					5				75
2:30-2:45 PM	11	10	3	15	5	1	1	7	3	1				5				62
2:45-3:00 PM	19	11	6	21	2		3	7	8					5				82
3:00-3:15 PM	21	22	5	22	2		2	5	2					6				87
3:15-3:30 PM	15	10	7	17	2		2	7	2	1				6				69
3:30-3:45 PM	17	17	5	25	3		5	8	2	2				7				91
3:45-4:00 PM	10	14	5	13	1		3	8	4	2				10				70
4:00-4:15 PM	8	15	4	19	1	1	6	9	3	2				3				71
4:15-4:30 PM	15	18	4	17			1	9	1	1				7				73
4:30-4:45 PM	16	11	3	18	5		5	9	2					5				74
4:45-5:00 PM	17	14	8	22	2		3	2	4					5				77
5:00-5:15 PM	15	23	9	21	3	1	5	4	5	1			1	4				92
5:15-5:30 PM	12	12	1	17	4	1	1	7	7					6				68
5:30-5:45 PM	10	14	2	22	5	2	4	9	8					2				78
5:45-6:00 PM	17	26	5	15	5		4	8						12				92
TOTAL	581	676	235	666	123	25	163	195	166	38	3	16	2	225	0	1	0	3115

Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Tabla 52. Aforo vehicular estación 66+000 / giro derecho / fecha: 16-06-17

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
INGENIERIA DE TRANSITO
PRACTICA DE CAMPO

ESTACIÓN 66+000

PUNTO N° 3

FECHA

CONTEO VEHICULAR
SECUENCIAL

CONTADOR DE TRAFICO

Roberto Obando

GIRO Derecho

16/06/2017

1

COORDINADOR DE SITIO

Roberto Obando

HORA	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULO DE CARGA						OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTALES	
	VEHICULOS LIVIANOS				AUTOBUSES			CAMIONES			CAMION REMOLQUE Cx-		TRAILER ARTICULADO Tx-					
	MOTOS	AUTOS	JEEP/SU V	PICK-UP	MICROB ÚS	MINIBÚS 15-30	GRANDE	CAMION LIGERO	C2>4TON	C3	≤ 4 EJES	>= 5 EJES	≤ 4 EJES	>= 5 EJES	AGRICOLA	CONST.		OTRO
6:00-6:15 AM	5	5	5	2	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
6:15-6:30 AM	11	12		12	1		4	2	3	2				2				49
6:30-6:45 AM	8	14	5	10	2		4	6	2	2								53
6:45-7:00 AM	11	13	3	12	4	1	3	8	1	1				4				61
7:00-7:15 AM	10	15	3	13	4		2	5	2	1				7				62
7:15-7:30 AM	9	24	3	15	6	1	4	7	3	1				2				75
7:30-7:45 AM	18	24	6	16	1	1	3	3	3	1			3	3				82
7:45-8:00 AM	9	19	5	13	1		2	6	1	3				11				70
8:00-8:15 AM	11	23	9	21	2		4	5	5	1				4				85
8:15-8:30 AM	12	22	4	22	1	1	2	5	10					3			1	83
8:30-8:45 AM	12	31	5	16	4		7	6	5					5				91
8:45-9:00 AM	12	21	4	19	3	1	5	6	5	4				2				82
9:00-9:15 AM	12	19	5	18	2		4	6	6	2				9				83
9:15-9:30 AM	15	17	7	9	2	1		3	2					5			1	62
9:30-9:45 AM	15	20	8	7	3		3	4	6	2				1				69
9:45-10:00 AM	15	15	7	12	5	1	3	3	2	2				4				69
10:00-10:15 AM	15	22	3	16	3	1	2	8	4	1				1			1	77
10:15-10:30 AM	12	21	3	19	1		5	4	1	2				4				72
10:30-10:45 AM	19	24	4	17	3	1	2	6	5	1				6		1		89
10:45-11:00 AM	17	7	5	11	1	1	3	5	3	1				4	2			60
11:00-11:15 AM	20	19	10	8	2		5	4	3	2				12	1		1	87
11:15-11:30 AM	15	30	4	18	4		2	4	6	1				6	1			91

Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Tabla 52. Aforo vehicular estación 66+000 / giro derecho / fecha: 16-06-17 / (secuencial 2)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERIA DE TRANSITO PRACTICA DE CAMPO																		
ESTACIÓN 66+000				CONTEO VEHICULAR SECUENCIAL				CONTADOR DE TRAFICO				Roberto Obando						
PUNTO N° 3				FECHA				COORDINADOR DE SITIO				Roberto Obando						
GIRO Derecho				16/06/2017				2										
HORA	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULO DE CARGA					OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTALES		
	VEHICULOS LIVIANOS				AUTOBUSES			CAMIONES			CAMION REMOLQUE		TRAILER ARTICULADO		AGRICOLA		CONST.	OTRO
	MOTOS	AUTOS	JEEP/SUV	PICK-UP	MICROBUS	MINIBUS 15-30	GRANDE	CAMION LIGERO	C2>4TON	C3	≤ 4 EJES	≥ 5 EJES	≤ 4 EJES	≥ 5 EJES				
11:30-11:45 AM	8	24	11	15	3		6	3	1					2				73
11:45-12:00 AM	11	23	4	13	1	1	3	5	6	1				7				75
12:00-12:15 AM	18	25	7	15	4		12	1	5	1				7				95
12:15-12:30 AM	14	31	5	19	1		4	3	7	1				3				88
12:30-12:45 AM	15	26	5	16	1	2	4	3	4	1				5				82
12:45-1:00 PM	15	31	3	22	5		4	3	3	2				8				96
1:00-1:15 PM	13	19	3	12	1	1	3	9	5	2								68
1:15-1:30 PM	15	23	8	10	6		4		6	1				4				77
1:30-1:45 PM	18	36	9	20	6		4	8	5					16				122
1:45-2:00 PM	13	25	7	13			4	7	1	1				3				74
2:00-2:15 PM	7	29	11	9	2	1	4	1	8	1				7				80
2:15-2:30 PM	7	13	6	17	4	1	3	4	3	1				3				62
2:30-2:45 PM	11	14	9	18		1	4	4	4	3				2				70
2:45-3:00 PM	31	24	7	14	2		5	5	3	1				5				97
3:00-3:15 PM	21	17	14	19	3		7	2	4	3				2				92
3:15-3:30 PM	11	17	6	11	6	1	5	4	1	1				2				65
3:30-3:45 PM	19	30	8	18	3		5	4	4	6				3				100
3:45-4:00 PM	17	25	7	19	3	1	3	5	2	1								83
4:00-4:15 PM	21	27	12	19	2		5	7	3	1				3				100
4:15-4:30 PM	11	29	13	21	1	3	4	2	7	2			1	11				105
4:30-4:45 PM	15	29	15	16	4		4	3	2					2				90
4:45-5:00 PM	17	18	14	13	1	1	1	1	2	1								69
5:00-5:15 PM	15	22	11	19			4	2	4	3				2				82
5:15-5:30 PM	8	36	5	15		2	6	3	2	2				1				80
5:30-5:45 PM	13	32	9	15	4	1		2	1					4				81
5:45-6:00 PM	12	36	10	11	2	1	5	2	4	2				5				90
TOTAL	659	1078	327	715	120	27	184	201	175	68	0	0	4	202	4	1	4	3769

Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Tabla 53. Aforo vehicular estación 66+000 / giro izquierdo / fecha: 16-06-17

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
INGENIERIA DE TRANSITO
PRACTICA DE CAMPO

ESTACIÓN 66+000

PUNTO N° 4

FECHA

CONTEO VEHICULAR
SECUENCIAL

CONTADOR DE TRAFICO

Michael Montiel

GIRO izquierda

16/06/2017

1

COORDINADOR DE SITIO

Roberto Obando

HORA	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULO DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTALES
	VEHICULOS LIVIANOS				AUTOBUSES			CAMIONES			CAMION REMOLQUE Cx-		TRAILER ARTICULADO Tx-					
	MOTOS	AUTOS	JEEP/SUV	PICK-UP	MICROBÚS	MINIBÚS 15-30	GRANDE	CAMION LIGERO	C2>4TON	C3	≤ 4 EJES	>= 5 EJES	≤ 4 EJES	>= 5 EJES	AGRICOLA	CONST.	OTRO	
6:00-6:15 AM	1	7	0	4	0	0	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	17
6:15-6:30 AM	13	9		7	2		1	1						10				43
6:30-6:45 AM	10	14	3	5	1	1	5	5						3				47
6:45-7:00 AM	13	16	2	12	2		2							2				49
7:00-7:15 AM	11	26	5	19	2		4	2	2					1				72
7:15-7:30 AM	14	29	3	12	3	2	4	2		2				1				72
7:30-7:45 AM	18	20	3	11	2	1	2	1	2	2				2				64
7:45-8:00 AM	14	23	1	11	1	4	3	4	1	1				2				65
8:00-8:15 AM	16	28	6	15	3		5	4	2	1				2				82
8:15-8:30 AM	10	16	1	17	3		4	2	3	1					1			58
8:30-8:45 AM	8	24	6	12	1	1	5	4	2	2				8				73
8:45-9:00 AM	15	21	5	12	5		4		4	2				3				71
9:00-9:15 AM	12	23	14	15	3	1	3	5	2	1				2				81
9:15-9:30 AM	13	15	12	9	4		3	5	3	4		3	1	5				77
9:30-9:45 AM	14	22	2	11	2		5	5		2				5				68
9:45-10:00 AM	8	21	12	15	2	2	1	2	3	3				9				78
10:00-10:15 AM	15	23	6	12	3		3	7		3				4				76
10:15-10:30 AM	11	21	3	8	2		2	3	5					6				61
10:30-10:45 AM	15	22	5	14	7		2	3	1					4				73
10:45-11:00 AM	6	18	5	15			5	7	3	4				8				71
11:00-11:15 AM	11	26	9	12	2	2	3	3	3	2			1	4				78
11:15-11:30 AM	8	16	3	17	2		2	3	2					7				60

Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Tabla 53. Aforo vehicular estación 66+000 / giro izquierdo / fecha: 16-06-17 / (secuencial 2)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
INGENIERIA DE TRANSITO
PRACTICA DE CAMPO

ESTACIÓN 66+000

PUNTO N° 4

FECHA

CONTEO VEHICULAR
SECUENCIAL

CONTADOR DE TRAFICO

Michael Montiel

GIRO izquierda

16/06/2017

2

COORDINADOR DE SITIO

Roberto Obando

HORA	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULO DE CARGA						OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTALES	
	VEHICULOS LIVIANOS				AUTOBUSES			CAMIONES			CAMION REMOLQUE Cx-		TRAILER ARTICULADO Tx-					
	MOTOS	AUTOS	JEEP/SUV	PICK-UP	MICROBUS	MINIBUS 15-30	GRANDE	CAMION LIGERO	C2>4TON	C3	≤ 4 EJES	≥ 5 EJES	≤ 4 EJES	≥ 5 EJES	AGRICOLA	CONST.		OTRO
11:30-11:45 AM	18	21	5	10	4	2	2	3	2	2				2				71
11:45-12:00 AM	9	18	4	16	4		1	7	1	3				4				67
12:00-12:15 AM	16	20	4	10	2	1	4	2	3	1				5				68
12:15-12:30 AM	14	25	12	6	3	1	4	9	3					7				84
12:30-12:45 AM	19	25	7	18	2		4	2	2	1				5				85
12:45-1:00 PM	14	30	12	14	4	1	1	3	4	1				3				87
1:00-1:15 PM	12	27	7	14	2	1	5	3	2	2				3				78
1:15-1:30 PM	10	15	7	13	4		3	8	1					3				64
1:30-1:45 PM	6	22	3	12	2	1	3	8	1					3				61
1:45-2:00 PM	18	20	9	17	4		3	6	2	1				5				85
2:00-2:15 PM	10	15	5	17	2		4	9	3	2			1	5				73
2:15-2:30 PM	10	21	9	11	1	1	3	7	5	1				5				74
2:30-2:45 PM	11	20	1	14	5	1	1	8	4				1	5				71
2:45-3:00 PM	12	18	5	24	3		5	8	4					5				84
3:00-3:15 PM	26	25	3	15	3		3	4	2	1				6				88
3:15-3:30 PM	25	26	8	21	2		4	13	1	1				7				108
3:30-3:45 PM	15	27	5	28	4		3	6	1	1				5				95
3:45-4:00 PM	26	15	3	16	1		3	10	1	1				10				86
4:00-4:15 PM	18	26	2	23	2	1	7	15	5	2				3				104
4:15-4:30 PM	21	28	5	20	2		2	7	1	1				5				92
4:30-4:45 PM	12	22	4	25	4		2	6	5					8				88
4:45-5:00 PM	23	26	10	21	3	1	4	6	5				1	5				105
5:00-5:15 PM	13	22	7	23	1		3	4	5					2				80
5:15-5:30 PM	21	29	2	29	3		1	6	7					9				107
5:30-5:45 PM	13	29	3	22	7	1	6	12	5					4				102
5:45-6:00 PM	18	33	5	24	6		5	8						10				109
TOTAL	666	1045	253	728	132	26	157	249	113	51	0	3	5	223	1	0	0	3652

Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Tabla 54. Aforo vehicular estación 80+000 / giro derecho / fecha: 16-06-17

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
INGENIERIA DE TRANSITO
PRACTICA DE CAMPO

ESTACIÓN 80+000

PUNTO N° 5

FECHA

CONTEO VEHICULAR
SECUENCIAL

CONTADOR DE TRAFICO

Julio Duarte

GIRO Derecha

#####

1

COORDINADOR DE SITIO

Roberto Obando

HORA	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULO DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTALES
	VEHICULOS LIVIANOS				AUTOBUSES			CAMIONES			CAMION REMOLQUE Cx-		TRAILER ARTICULADO Tx-					
	MOTOS	AUTOS	JEEP/SUV	PICK-UP	MICROBÚS	MINIBÚS 15-30	GRANDE	CAMION LIGERO	C2>4TON	C3	≤ 4 EJES	>= 5 EJES	≤ 4 EJES	>= 5 EJES	AGRICOLA	CONST.	OTRO	
6:00-6:15 AM	3	3	0	4	2	1	0	3	4	0	0	3	0	0	0	0	0	23
6:15-6:30 AM	3	3	2	3	1	1	1	4	1								19	
6:30-6:45 AM	5	5	4	4	1		4	1	5	2		3					34	
6:45-7:00 AM	6	6	1	7	1	1	3	2	6	2					1		36	
7:00-7:15 AM	6	6	1	11	1	3	3	3	12			4		1			51	
7:15-7:30 AM	7	7	1	4		3		1	3			5					31	
7:30-7:45 AM	5	15	3	14		3	3	1	13			3		2		1	63	
7:45-8:00 AM	5	7	5	13			2		8	1		8				1	50	
8:00-8:15 AM	0	5	6	9			2	4	7	2		6		1			42	
8:15-8:30 AM	6	8	2	11		2	1	1	11	1		7					50	
8:30-8:45 AM	4	7	5	21			3		12								52	
8:45-9:00 AM	8	15	4	7		3	6	1	9			4					57	
9:00-9:15 AM	6	8	2	14	1	2	2	2	11			7					55	
9:15-9:30 AM	4	9	2	12		2	1	2	8	1		5					46	
9:30-9:45 AM	6	5	7	7		1	2	1	6			7					42	
9:45-10:00 AM	5	17	8	3		1		3	8			2					47	
10:00-10:15 AM	8	14	5	11		5	2	3	13	2		7			1		71	
10:15-10:30 AM	0	2		2				1							1		6	
10:30-10:45 AM	2	2		4			3		1								12	
10:45-11:00 AM	5	6	4	9		1	3	3	11	2		6					50	
11:00-11:15 AM	2	4	2	7		1	1	3	6			4					30	
11:15-11:30 AM	2	7	6	10		2	2	1	8	1		12			1		52	

Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Tabla 54. Aforo vehicular estación 80+000 / giro derecho / fecha: 16-06-17 / (secuencial 2)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
INGENIERIA DE TRANSITO
PRACTICA DE CAMPO

ESTACIÓN 80+000

PUNTO N° 5

FECHA

CONTEO VEHICULAR
SECUENCIAL

CONTADOR DE TRAFICO

Julio Duarte

GIRO Derecha

#####

2

COORDINADOR DE SITIO

Roberto Obando

HORA	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULO DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTALES
	VEHICULOS LIVIANOS				AUTOBUSES			CAMIONES			CAMION REMOLQUE Cx-		TRAILER ARTICULADO Tx-					
	MOTOS	AUTOS	JEEP/SUV	PICK-UP	MICROBUS	MINIBUS 15-30	GRANDE	CAMION LIGERO	C2>4TON	C3	≤ 4 EJES	≥ 5 EJES	≤ 4 EJES	≥ 5 EJES	AGRICOLA	CONST.	OTRO	
11:30-11:45 AM	6	8	4	5		3	1		5			4						36
11:45-12:00 AM	4	2	7	8			4		5			2						32
12:00-12:15 AM	5	9	5	10			3	3	4			6						45
12:15-12:30 AM	4	9	5	11	2		4		4	1		9			1			50
12:30-12:45 AM	2	5	3	9	1		2	2	4			5			1			34
12:45-1:00 PM	3	7	6	9		1	2	1	11	1		5			1			47
1:00-1:15 PM	3	10	3	8		3	1	3	3	2		8						44
1:15-1:30 PM	2	4	3	12			1	2	7			5						36
1:30-1:45 PM	8	7	8	10		3	2		6	4		4						52
1:45-2:00 PM	7	17	9	8		2	3	1	10			12			1			70
2:00-2:15 PM	6	7	5	6					6			2			1			33
2:15-2:30 PM	5	16	10	8		2	2	1	8			10						62
2:30-2:45 PM	3	2	2	4		4	2		5			3						25
2:45-3:00 PM	2	4	6	14		2	3		12	1		1						45
3:00-3:15 PM	4	8	2	10	1		2		6			5			1			39
3:15-3:30 PM	3	12	8	13		1	5	5	6	1		5						59
3:30-3:45 PM	1	10	5	11		3	5	1	4	2		2						44
3:45-4:00 PM	2	9	10	5			1	1	5	2		1						36
4:00-4:15 PM	4	11	7	11		2	3	1	7	3								49
4:15-4:30 PM	3	17	4	8		2	2		4	1		3						44
4:30-4:45 PM	3	7	11	11		3	2	2	4	1		10						54
4:45-5:00 PM	5	11	11	12		2	1		1			1			1			45
5:00-5:15 PM	6	10	12	10		2	1			1		2						44
5:15-5:30 PM	3	3	5	9			2	1	2	2								27
5:30-5:45 PM	5	8	4	9	1	1	2		5			2						37
5:45-6:00 PM	7	13	10	11		3			2			4						50
TOTAL	204	387	235	429	12	71	100	64	299	36	0	204	0	4	11	2	0	2058

Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Tabla 55. Aforo vehicular estación 80+000 / giro izquierdo / fecha: 16-06-17

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
INGENIERIA DE TRANSITO
PRACTICA DE CAMPO

ESTACIÓN 80+000

PUNTO N° 6

FECHA

CONTEO VEHICULAR
SECUENCIAL

CONTADOR DE TRAFICO

Julio Duarte

GIRO Izquierdo

16-06-17

1

COORDINADOR DE SITIO

Roberto Obando.

HORA	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTALES
	VEHICULOS LIVIANOS				AUTOBUSES			CAMIONES			CAMION REMOLQUE Cx		TRAILER ARTICULADO Tx					
	MOTOS	AUTOS	JEEP/SUV	PICK-UP	MICROBÚS	MINIBÚS 15-30	GRANDE	CAMION LIGERO	C2>4TON	C3	≤ 4 EJES	>= 5 EJES	≤ 4 EJES	>= 5 EJES	AGRICOLA	CONSTRUCC	OTRO	
6:00-6:15 AM	7	3	2	3	0	2	0	2	1	0	0	0	0	10	2	0	1	33
6:15-6:30 AM	1	6	1	2	1	0	2	0	1	0	0	0	0	4	2	0	0	20
6:30-6:45 AM	4	6	1	7	1		1	2					3				25	
6:45-7:00 AM	3	10	6	8		3	2		5								37	
7:00-7:15 AM	8	6		9	1	1	2	1	1	1			2				32	
7:15-7:30 AM	6	3		9	1	3	2		3	1			1				29	
7:30-7:45 AM	3	4	3	7		2	3		6				2	1			31	
7:45-8:00 AM	6	11	2	6		2	1		3				2	1			34	
8:00-8:15 AM	5	9	2	10			4	1	3				5				39	
8:15-8:30 AM	5	4	1	3					1				1				15	
8:30-8:45 AM	4	11	4	6		1	3	1	3	2			5				40	
8:45-9:00 AM	8	10	4	15		1	1	5	4								48	
9:00-9:15 AM	1	5	5	2	1		2	2	4	1			11				34	
9:15-9:30 AM	2	5	1	7		2	3	1	4	2			4				31	
9:30-9:45 AM	3	7	3	5		2	1		2	2			4				29	
9:45-10:00 AM	7	3	7	11		2	2	1	7	1			3				44	
10:00-10:15 AM	5	13	11	14		5	3	1	10				11				73	
10:15-10:30 AM	1	1	2	3			2		3	1			3				16	
10:30-10:45 AM	0	4		3			1	2	2	1			6				19	
10:45-11:00 AM	0	6	3	10		2	1	2	3				4				31	
11:00-11:15 AM	2	3	5	11			2		3				6				32	
11:15-11:30 AM	8	6	3	3		4	1	1	6	2			3				37	

Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Tabla 55. Aforo vehicular estación 80+000 / giro izquierdo / fecha: 16-06-17 / (secuencial 2)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
INGENIERIA DE TRANSITO
PRACTICA DE CAMPO

ESTACIÓN 80+000

PUNTO N° 6

FECHA

CONTEO VEHICULAR
SECUENCIAL

CONTADOR DE TRAFICO

Julio Duarte

GIRO Izquierdo

16/06/2017

2

COORDINADOR DE SITIO

Roberto Obando.

HORA	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA						OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTALES	
	VEHICULOS LIVIANOS				AUTOBUSES			CAMIONES			CAMION REMOLQUE Cx-		TRAILER ARTICULADO Tx-					
	MOTOS	AUTOS	JEEP/SUV	PICK-UP	MICROBUS	MINIBUS 15-30	GRANDE	CAMION LIGERO	C2>4TON	C3	≤ 4 EJES	>= 5 EJES	≤ 4 EJES	>= 5 EJES	AGRICOLA	CONST.		OTRO
11:30-11:45 AM	1	4	3	12			2	1	8					5				36
11:45-12:00 AM	3	8	3	5		2	1	1	8	1				8				40
12:00-12:15 AM	5	9	6	1	2		4	4	6	1				3				41
12:15-12:30 AM	3	9	6	9	2	1	1	1		1				6				39
12:30-12:45 AM	5	7	7	7	2			2	3					2				35
12:45-1:00 PM	3	17	4	9		1	3		2	2				4				45
1:00-1:15 PM	6	9	8	9		3	5	3	10					9				62
1:15-1:30 PM	1	9	2	12			1	3	3	1				1				33
1:30-1:45 PM	4	8	5	5		1	4	3	5	1				4				40
1:45-2:00 PM	5	5	4	11		2		1	11					5				44
2:00-2:15 PM	3	7	7	11		1	3	2	14					8				56
2:15-2:30 PM	3	2	4	10	1	2			7	2				4				35
2:30-2:45 PM	5	6	5	18			3	1	8					5				51
2:45-3:00 PM	0	7	5	10			1		5					7				35
3:00-3:15 PM	7	7	4	14		3	2	1	11					6				55
3:15-3:30 PM	4	9	3	16		1	2		4					7				46
3:30-3:45 PM	4	6	1	10		1	2	1	11	1				9				46
3:45-4:00 PM	3	13	3	13		1	3	2	11	2				4				55
4:00-4:15 PM	6	8	6	15		1	1	2	9	2				5				55
4:15-4:30 PM	4	4	4	12		2	1	3	8					6				44
4:30-4:45 PM	6	4	5	15			3	2	5					8				48
4:45-5:00 PM	5	10	5	14		1	1	4	7	1				5				53
5:00-5:15 PM	7	6	3	18		1	1	3	5					8				52
5:15-5:30 PM	4	11	5	18	1	5	3	5	16					5				73
5:30-5:45 PM	3	11	5	11		1		4	3	1				10				49
5:45-6:00 PM	4	11	2	16			3	1	7					2				46
TOTAL	193	343	181	455	13	62	89	72	262	30	0	0	0	236	6	0	1	1943

Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Tabla 56. Tabla del parque vehicular de Nandaime, dato del año 2015 proporcionado por la Policía Nacional

MUNICIPIO DE NANDAIME	
Tipo de vehículos	Cantidad de vehículos
AUTOBUS	27.00
AUTOMOVIL	513.00
CABEZAL	31.00
CAMION	204.00
CAMIONETA	698.00
FURGON	2.00
FURGONETA	13.00
JEEP	1.00
MICROBUS	48.00
MINIVAN	1.00
MOTOCICLETA	1520.00
RASTRA	1.00
RASTRA O REMOLQUE	7.00
REMOLQUE	1.00
TRACTOR	19.00
VAN	3.00
VARU	54.00
TOTAL GENERAL	3143

Fuente: Elaboración propia, dato del año 2015 proporcionado por la Policía Nacional.

Tabla 57. Tabla de resumen de conteos vehiculares de V15 del punto el Grajinan

Punto el Grajinan estación 64+000.			
Hora	Punto	Punto	Total V15
	1	2	
6:00-6:15 AM	46	43	89
6:15-6:30 AM	44	44	88
6:30-6:45 AM	51	47	98
6:45-7:00 AM	59	54	113
7:00-7:15 AM	61	60	121
7:15-7:30 AM	78	57	135
7:30-7:45 AM	79	54	133
7:45-8:00 AM	66	50	116
8:00-8:15 AM	87	67	154
8:15-8:30 AM	64	46	110
8:30-8:45 AM	85	58	143
8:45-9:00 AM	67	71	138
9:00-9:15 AM	82	50	132
9:15-9:30 AM	63	68	131
9:30-9:45 AM	58	59	117
9:45-10:00 AM	69	59	128
10:00-10:15 AM	43	50	93
10:15-10:30 AM	75	53	128
10:30-10:45 AM	67	69	136
10:45-11:00 AM	46	57	103
11:00-11:15 AM	82	68	150
11:15-11:30 AM	69	73	142
11:30-11:45 AM	54	56	110
11:45-12:00 AM	58	60	118
12:00-12:15 AM	65	57	122
12:15-12:30 AM	68	71	139
12:30-12:45 AM	63	61	124
12:45-1:00 PM	58	45	103
1:00-1:15 PM	55	70	125
1:15-1:30 PM	86	81	167
1:30-1:45 PM	82	64	146
1:45-2:00 PM	71	69	140
2:00-2:15 PM	52	63	115
2:15-2:30 PM	51	75	126
2:30-2:45 PM	48	62	110
2:45-3:00 PM	51	82	133
3:00-3:15 PM	87	87	174
3:15-3:30 PM	61	69	130
3:30-3:45 PM	80	91	171
3:45-4:00 PM	75	70	145
4:00-4:15 PM	77	71	148
4:15-4:30 PM	72	73	145
4:30-4:45 PM	75	74	149
4:45-5:00 PM	62	77	139
5:00-5:15 PM	88	92	180
5:15-5:30 PM	68	68	136
5:30-5:45 PM	73	78	151
5:45-6:00 PM	95	92	187

VHP:
5:00 - 6:00 pm
V15:
5:45-6:00pm

Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Tabla 58. Tabla de resumen de conteos vehiculares de V15 del punto de Nandaime

Entrada Nandaime estación 66+000.			
Hora	Punto	Punto	Total V15
	3	4	
6:00-6:15 AM	21	17	38
6:15-6:30 AM	49	43	92
6:30-6:45 AM	53	47	100
6:45-7:00 AM	61	49	110
7:00-7:15 AM	62	72	134
7:15-7:30 AM	75	72	147
7:30-7:45 AM	82	64	146
7:45-8:00 AM	70	65	135
8:00-8:15 AM	85	82	167
8:15-8:30 AM	83	58	141
8:30-8:45 AM	91	73	164
8:45-9:00 AM	82	71	153
9:00-9:15 AM	83	81	164
9:15-9:30 AM	62	77	139
9:30-9:45 AM	69	68	137
9:45-10:00 AM	69	78	147
10:00-10:15 AM	77	76	153
10:15-10:30 AM	72	61	133
10:30-10:45 AM	89	73	162
10:45-11:00 AM	60	71	131
11:00-11:15 AM	87	78	165
11:15-11:30 AM	91	60	151
11:30-11:45 AM	73	71	144
11:45-12:00 AM	75	67	142
12:00-12:15 AM	95	68	163
12:15-12:30 AM	88	84	172
12:30-12:45 AM	82	85	167
12:45-1:00 PM	96	87	183
1:00-1:15 PM	68	78	146
1:15-1:30 PM	77	64	141
1:30-1:45 PM	122	61	183
1:45-2:00 PM	74	85	159
2:00-2:15 PM	80	73	153
2:15-2:30 PM	62	74	136
2:30-2:45 PM	70	71	141
2:45-3:00 PM	97	84	181
3:00-3:15 PM	92	88	180
3:15-3:30 PM	65	108	173
3:30-3:45 PM	100	95	195
3:45-4:00 PM	83	86	169
4:00-4:15 PM	100	104	204
4:15-4:30 PM	105	92	197
4:30-4:45 PM	90	88	178
4:45-5:00 PM	69	105	174
5:00-5:15 PM	82	80	162
5:15-5:30 PM	80	107	187
5:30-5:45 PM	81	102	183
5:45-6:00 PM	90	109	199

VHP:
3:30- 4:30
pm
V15:
4:00-4:15pm

Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Tabla 59. Tabla de resumen de conteos vehiculares de V15 del punto de Ochomogo

Entrada Puente Ochomogo estación 80+000.			
Hora	Punto	Punto	Total V15
	5	6	
6:00-6:15 AM	23	33	56
6:15-6:30 AM	19	20	39
6:30-6:45 AM	34	25	59
6:45-7:00 AM	36	37	73
7:00-7:15 AM	51	32	83
7:15-7:30 AM	31	29	60
7:30-7:45 AM	63	31	94
7:45-8:00 AM	50	34	84
8:00-8:15 AM	42	39	81
8:15-8:30 AM	50	15	65
8:30-8:45 AM	52	40	92
8:45-9:00 AM	57	48	105
9:00-9:15 AM	55	34	89
9:15-9:30 AM	46	31	77
9:30-9:45 AM	42	29	71
9:45-10:00 AM	47	44	91
10:00-10:15 AM	71	73	144
10:15-10:30 AM	6	16	22
10:30-10:45 AM	12	19	31
10:45-11:00 AM	50	31	81
11:00-11:15 AM	30	32	62
11:15-11:30 AM	52	37	89
11:30-11:45 AM	36	36	72
11:45-12:00 AM	32	40	72
12:00-12:15 AM	45	41	86
12:15-12:30 AM	50	39	89
12:30-12:45 AM	34	35	69
12:45-1:00 PM	47	45	92
1:00-1:15 PM	44	62	106
1:15-1:30 PM	36	33	69
1:30-1:45 PM	52	40	92
1:45-2:00 PM	70	44	114
2:00-2:15 PM	33	56	89
2:15-2:30 PM	62	35	97
2:30-2:45 PM	25	51	76
2:45-3:00 PM	45	35	80
3:00-3:15 PM	39	55	94
3:15-3:30 PM	59	46	105
3:30-3:45 PM	44	46	90
3:45-4:00 PM	36	55	91
4:00-4:15 PM	49	55	104
4:15-4:30 PM	44	44	88
4:30-4:45 PM	54	48	102
4:45-5:00 PM	45	53	98
5:00-5:15 PM	44	52	96
5:15-5:30 PM	27	73	100
5:30-5:45 PM	37	49	86
5:45-6:00 PM	50	46	96

VHP:
4:30- 5:30 pm
V15:
4:30-4:45pm

Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Tabla 60. Tabla de resumen de conteo vehicular por hora del punto el Grajinan

Total de veh/h			
Hora	Total	Hora	Total
6:00 - 7:00 am	388	11:30 am - 12:30 pm	489
6:15 - 7:15 am	420	11:45 am - 12:45 pm	503
6:30 - 7:30 am	467	12:00 - 1:00 pm	488
6:45 - 7:45 am	502	12:15 - 1:15 pm	491
7:00 - 8:00 am	505	12:30 - 1:30 pm	519
7:15 - 8:15 am	538	12:45 - 1:45 pm	541
7:30 - 8:30 am	513	1:00 - 2:00 pm	578
7:45 - 8:45 am	523	1:15 - 2:15 pm	568
8:00 - 9:00 am	545	1:30 - 2:30 pm	527
8:15 - 9:15 am	523	1:45 - 2:45 pm	491
8:30 - 9:30 am	544	2:00 - 3:00 pm	484
8:45 - 9:45 am	518	2:15 - 3:15 pm	543
9:00 - 10:00 am	508	2:30 - 3:30 pm	547
9:15 - 10:15 am	469	2:45 - 3:45 pm	608
9:30 - 10:30 am	466	3:00 - 4:00 pm	620
9:45 - 10:45 am	485	3:15 - 4:15 pm	594
10:00 - 11:00 am	460	3:30 - 4:30 pm	609
10:15 - 11:15 am	517	3:45 - 4:45 pm	587
10:30 - 11:30 am	531	4:00 - 5:00 pm	581
10:45 - 11:45 am	505	4:15 - 5:15 pm	613
11:00 am - 12:00 pm	520	4:30 - 5:30 pm	604
11:15 am - 12:15 pm	492	4:45 - 5:45 pm	606
		5:00 - 6:00 pm	654

Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Tabla 61. Tabla de resumen de conteo vehicular por hora del punto de Nandaime

Total de veh/h			
Hora	Total	Hora	Total
6:00 - 7:00 am	340	11:30 am - 12:30 pm	621
6:15 - 7:15 am	436	11:45 am - 12:45 pm	644
6:30 - 7:30 am	491	12:00 - 1:00 pm	685
6:45 - 7:45 am	537	12:15 - 1:15 pm	668
7:00 - 8:00 am	562	12:30 - 1:30 pm	637
7:15 - 8:15 am	595	12:45 - 1:45 pm	653
7:30 - 8:30 am	589	1:00 - 2:00 pm	629
7:45 - 8:45 am	607	1:15 - 2:15 pm	636
8:00 - 9:00 am	625	1:30 - 2:30 pm	631
8:15 - 9:15 am	622	1:45 - 2:45 pm	589
8:30 - 9:30 am	620	2:00 - 3:00 pm	611
8:45 - 9:45 am	593	2:15 - 3:15 pm	638
9:00 - 10:00 am	587	2:30 - 3:30 pm	675
9:15 - 10:15 am	576	2:45 - 3:45 pm	729
9:30 - 10:30 am	570	3:00 - 4:00 pm	717
9:45 - 10:45 am	595	3:15 - 4:15 pm	741
10:00 - 11:00 am	579	3:30 - 4:30 pm	765
10:15 - 11:15 am	591	3:45 - 4:45 pm	748
10:30 - 11:30 am	609	4:00 - 5:00 pm	753
10:45 - 11:45 am	591	4:15 - 5:15 pm	711
11:00 am - 12:00 pm	602	4:30 - 5:30 pm	701
11:15 am - 12:15 pm	600	4:45 - 5:45 pm	706
		5:00 - 6:00 pm	731

Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Tabla 62. Tabla de resumen de conteo vehicular por hora del punto de Ochomogo

Total de veh/h			
Hora	Total	Hora	Total
6:00 - 7:00 am	227	11:30 am - 12:30 pm	319
6:15 - 7:15 am	254	11:45 am - 12:45 pm	316
6:30 - 7:30 am	275	12:00 - 1:00 pm	336
6:45 - 7:45 am	310	12:15 - 1:15 pm	356
7:00 - 8:00 am	321	12:30 - 1:30 pm	336
7:15 - 8:15 am	319	12:45 - 1:45 pm	359
7:30 - 8:30 am	324	1:00 - 2:00 pm	381
7:45 - 8:45 am	322	1:15 - 2:15 pm	364
8:00 - 9:00 am	343	1:30 - 2:30 pm	392
8:15 - 9:15 am	351	1:45 - 2:45 pm	376
8:30 - 9:30 am	363	2:00 - 3:00 pm	342
8:45 - 9:45 am	342	2:15 - 3:15 pm	347
9:00 - 10:00 am	328	2:30 - 3:30 pm	355
9:15 - 10:15 am	383	2:45 - 3:45 pm	369
9:30 - 10:30 am	328	3:00 - 4:00 pm	380
9:45 - 10:45 am	288	3:15 - 4:15 pm	390
10:00 - 11:00 am	278	3:30 - 4:30 pm	373
10:15 - 11:15 am	196	3:45 - 4:45 pm	385
10:30 - 11:30 am	263	4:00 - 5:00 pm	392
10:45 - 11:45 am	304	4:15 - 5:15 pm	384
11:00 am - 12:00 pm	295	4:30 - 5:30 pm	396
11:15 am - 12:15 pm	319	4:45 - 5:45 pm	380
		5:00 - 6:00 pm	378

Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Tabla 63. Datos del punto de Nandaime km 66+000

Terreno	Plano	División direccional	50/50
Velocidad de Carretera (mi/hr)	50	Porcentaje de vehículos pesados (Trucks)	22%
Ancho de Carriles (pie)	12	Factor hora pico	0.938
Ancho de hombros (pie)	2	Volumen de v/hora pico	765
Restricción de rebase	40%	Vehículos recreativos RVs	0%
Límite de Velocidad base (mi/hr)	60		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 64. Datos del punto de Ochomogo km 80+000

Terreno	Plano	División direccional	50/50
Velocidad de Carretera (mi/hr)	50	Porcentaje de vehículos pesados (Trucks)	35%
Ancho de Carriles (pie)	12	Factor hora pico	0.97
Ancho de hombros (pie)	1	Volumen de v/hora pico	396
Restricción de rebase	10%	Vehículos recreativos RVs	0%
Límite de Velocidad base (mi/hr)	60		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 65. Factor de ajuste para ancho de carril y hombro (fls)

Ancho de carril (pie)	Ancho de hombro (pie)			
	$\geq 0 > 2$	$\geq 2 > 4$	$\geq 4 > 6$	≥ 6
$\geq 9 > 10$	6.4	4.8	3.5	2.2
$\geq 10 > 11$	5.3	3.7	2.4	1.1
$\geq 11 > 12$	4.7	3	1.7	0.4
≥ 12	4.2	2.6	1.3	0

Fuente: Capítulo 15, anexo 15-7, The Highway Capacity Manual 2010.

Tabla 66. Factor de ajuste para la densidad del punto de acceso (f_A)

Puntos de acceso por milla (dos direcciones)	Reducción en FFS (mi/h)
0.0	0.0
10	2.5
20	5.0
30	7.5
40	10.0

Fuente: Capítulo 15, anexo 15-8, The Highway Capacity Manual 2010.

Tabla 67. Factor de ajuste de pendiente ATS (fg, ATS) para terreno nivelado, terreno rodante y degradaciones específicas

Flujo de demanda en una dirección, V_{vpn} (veh/h)	Factor de ajuste	
	Nivel de terreno plano y bajadas específicas.	Terreno ondulado
≤ 100	1.00	0.67
200	1.00	0.75
300	1.00	0.83
400	1.00	0.9
500	1.00	0.95
600	1.00	0.97
700	1.00	0.98
800	1.00	0.99
≥ 900	1.00	1.00
Note: interpolation to the nearest 0.01 in recommended		

Fuente: Capítulo 15, anexo 15-9, The Highway Capacity Manual 2010.

Tabla 68. Factores de ajuste ATS para zonas sin paso (fnp,ATS)

Flujo de demanda opuesta, V_e (pc/h)	Porcentaje de zona de no rebase				
	≤20	40	60	80	100
FFS ≥ 65 mi/h					
≤ 100	1.1	2.2	2.8	3.0	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4.0	4.2
400	1.6	2.3	2.7	2.8	2.9
600	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0
800	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5
1000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1200	0.06	0.8	0.9	1.0	1.1
1400	0.6	0.7	0.0	0.9	0.9
>1600	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
FFS ≥ 60 mi/h					
≤ 100	0.7	1.7	2.5	2.8	2.9
200	1.9	2.9	3.7	4	4.2
400	1.4	2.0	2.5	2.7	3.9
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
>1600	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
FFS ≥ 55 mi/h					
≤ 100	0.5	1.2	2.2	2.6	2.7
200	1.5	2.4	3.5	3.9	4.1
400	1.3	1.9	2.4	2.7	2.8
600	0.9	1.1	1.6	1.8	1.9
800	0.5	0.7	1.1	1.2	1.4
1000	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
1200	0.5	0.6	0.7	0.9	1
1400	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9
>1600	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7

Fuente: Capítulo 15, anexo 15-15, The Highway Capacity Manual 2010.

Tabla 69. Equivalente de vehículos de pasajeros ATS para camiones E_T y vehículos recreativos (E_R para terreno llano, terreno rodante y reducciones de categoría específica)

Tipo de vehículo	Índice de flujo de demanda direccional, V_{vpn} (veh/h)	Nivel de terreno plano y bajadas específicas	Terreno ondulado
Trucks, E_T	≤ 100	1.9	2.7
	200	1.5	2.3
	300	1.4	2.1
	400	1.3	2
	500	1.2	1.8
	600	1.1	1.7
	700	1.1	1.6
	800	1.1	1.4
	≥ 900	1.0	1.3
RVs, E_R	All flows	1.0	1.1
Note: interpolation to the nearest 0.1 is recommended			

Fuente: Capítulo 15, anexo 15-11, The Highway Capacity Manual 2010.

Tabla 70. Factor de ajuste por pendiente PTSF (fg PTSF) para terreno llano, terreno rodante y degradaciones específicas

Flujo de demanda direccional, V_{vpn} (veh/h)	Nivel de terreno plano y bajadas específicas	Terreno ondulado
≤ 100	1.0	0.73
200	1.0	0.8
300	1.0	0.85
400	1.0	0.9
500	1.0	0.96
600	1.0	0.97
700	1.0	0.99
800	1.0	1.00
≥ 900	1.0	1.00
Note: interpolation to the nearest 0.01 is recommended		

Fuente: Capítulo 15, anexo 15-18, The Highway Capacity Manual 2010.

Tabla 71. Equivalentes de vehículos de pasajeros PTSF para camiones E_T y vehículos recreativos E_R

Tipo de vehículo	Flujo de demanda direccional, V_{vpn} (veh/h)	Nivel de terreno plano y bajadas específicas.	Terreno ondulado
Trucks, E_T	≤ 100	1.1	1.9
	200	1.1	1.8
	300	1.1	1.7
	400	1.1	1.6
	500	1.0	1.4
	600	1.0	1.2
	700	1.0	1.0
	800	1.0	1.0
	≥ 900	1.0	1.0
RVs, E_R	All	1.0	1.0
Note: interpolation in this exhibit is not recommended			

Fuente: Capítulo 15, anexo 15-16, The Highway Capacity Manual 2010.

Tabla 72. Coeficiente de PTSF para estimar BPTSF

Flujo de demanda opuesto, V_e (pc/h)	Coeficiente a	Coeficiente b
≤ 200	-0.0014	0.973
400	-0.0022	0.923
600	-0.0033	0.87
800	-0.0045	0.833
1000	-0.0049	0.829
1200	-0.0054	0.825
1400	-0.0058	0.821
≥ 1600	-0.0062	0.817
Note: straight-line interpolation of a to the nearest 0.0001 and b to the nearest 0.001 is recommended.		

Fuente: Capítulo 15, anexo 15-20, The Highway Capacity Manual 2010.

Tabla 73. Factor de ajuste de zona sin pase (fnp, PTSF) para la determinación de PTSF

Tasa de flujo bidireccional total, $V = V_d + V_o$ (pc/h)	Porcentaje de no rebase					
	0	20	40	60	80	100
División direccional = 50/50						
≤ 200	9.0	29.2	43.4	49.4	51.0	52.6
400	16.2	41.0	54.2	61.6	63.8	65.8
600	15.8	38.2	47.8	53.2	55.2	56.8
800	15.8	33.8	40.4	44.0	44.8	46.6
1400	12.8	20.0	23.8	26.2	27.4	28.6
2000	10.0	13.6	15.8	17.4	18.2	18.8
2600	5.5	7.7	8.7	9.5	10.1	10.3
3200	3.3	4.7	5.1	5.5	5.7	6.1

Fuente: Capítulo 15, anexo 15-21 The Highway Capacity Manual 2010.

Tabla 74. Levantamiento estudio de velocidad para señal de 25kph

Tiempo (s)	Distancia (m)	Tipo de vehículo	Señal(kph)	Velocidad(km/h)	Excede/No excede
9.35	100	T3 s3	25	39	Excede
9.87	100	C2	25	36	Excede
5.24	100	Vehículo	25	69	Excede
5.23	100	Bus grande	25	69	Excede
4.00	100	Jeep	25	90	Excede
4.84	100	Camión ligero	25	74	Excede
5.9	100	Moto	25	61	Excede
5.32	100	Bus grande	25	68	Excede
7.46	100	T3 s2	25	48	Excede
8.54	100	Moto	25	42	Excede
4.65	100	Moto	25	77	Excede
4.98	100	Pick up	25	72	Excede
5.43	100	Pick up	25	66	Excede
4.38	100	Camión ligero	25	82	Excede
3.92	100	Vehículo	25	92	Excede
5.04	100	Vehículo	25	71	Excede
4.84	100	Camión ligero	25	74	Excede
3.2	100	Vehículo	25	113	Excede
5.24	100	Moto	25	69	Excede
5.36	100	Camión ligero	25	67	Excede
3.99	100	Vehículo	25	90	Excede

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 74. Levantamiento estudio de velocidad para señal de 25kph

Tiempo (s)	Distancia (m)	Tipo de vehículo	Señal(kph)	Velocidad(km/h)	Excede/No excede
5.83	100	Moto	25	62	Excede
4.06	100	Moto	25	89	Excede
2.75	100	Pick up	25	131	Excede
6.02	100	Pick up	25	60	Excede
4.98	100	Vehículo	25	72	Excede
4.78	100	Pick up	25	75	Excede
3.73	100	Pick up	25	97	Excede
5.9	100	Bus	25	61	Excede
9.23	100	C2	25	39	Excede
6.28	100	Busito	25	57	Excede
6.16	100	Moto	25	58	Excede
5.1	100	Pick up	25	71	Excede
7.39	100	Moto	25	49	Excede
5.24	100	T3 s3	25	69	Excede
4.98	100	C2	25	72	Excede
5.76	100	T3 s2	25	63	Excede
4.98	100	Vehículo	25	72	Excede
5.05	100	Camión ligero	25	71	Excede
5.63	100	Jeep	25	64	Excede
6.28	100	Jeep	25	57	Excede
7.26	100	Pick up	25	50	Excede
4.85	100	T3 s2	25	74	Excede
4.84	100	Camión ligero	25	74	Excede

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 74. Levantamiento estudio de velocidad para señal de 25kph

Tiempo (s)	Distancia (m)	Tipo de vehículo	Señal(kph)	Velocidad(km/h)	Excede/No excede
6.48	100	C2	25	56	Excede
5.8	100	Moto	25	62	Excede
9.95	100	Moto	25	36	Excede
3.85	100	Jeep	25	94	Excede
4.26	100	Pick up	25	85	Excede
3.34	100	Pick up	25	108	Excede
6.65	100	Jeep	25	54	Excede
5.95	100	Vehículo	25	61	Excede
3.14	100	Jeep	25	115	Excede
5.89	100	Camión ligero	25	61	Excede
5.73	100	Pick up	25	63	Excede
6.08	100	Moto	25	59	Excede
5.43	100	Moto	25	66	Excede
5.04	100	Vehículo	25	71	Excede
6	100	Vehículo	25	60	Excede
6.08	100	T3 s3	25	59	Excede
5.63	100	Camión ligero	25	64	Excede
5.7	100	Camión ligero	25	63	Excede
4.91	100	Vehículo	25	73	Excede
5.73	100	Pick up	25	63	Excede
6.28	100	Pick up	25	57	Excede
4.58	100	Camión ligero	25	79	Excede
5.27	100	Camión ligero	25	68	Excede

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 74. Levantamiento estudio de velocidad para señal de 25kph

Tiempo (s)	Distancia (m)	Tipo de vehículo	Señal(kph)	Velocidad(km/h)	Excede/No excede
5.11	100	C2	25	70	Excede
4.25	100	Vehículo	25	85	Excede
5.1	100	Jeep	25	71	Excede
6.23	100	C2	25	58	Excede
4.84	100	C2	25	74	Excede
6.53	100	Jeep	25	55	Excede
9.54	100	Bus grande	25	38	Excede
6.4	100	Jeep	25	56	Excede

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 75. Levantamiento estudio de velocidad para señal de 45kph

Tiempo (s)	Distancia (m)	Tipo de vehículo	Señal (kph)	Velocidad (km/h)	Excede/No excede
7.58	100	Pick up	45	47	No excede
8.23	100	Bus grande	45	44	No excede
7.26	100	Vehículo	45	50	No excede
7.77	100	T3 s2	45	46	No excede
7.78	100	C3	45	46	No excede
8.69	100	C2	45	41	No excede
6.68	100	Vehículo	45	54	No excede
8.05	100	Vehículo	45	45	No excede
7.64	100	Jeep	45	47	No excede
11.2	100	C2	45	32	No excede
11.58	100	Pick up	45	31	No excede
8.17	100	Moto	45	44	No excede
15.21	100	Bus grande	45	24	No excede
7.59	100	Pick up	45	47	No excede
6.35	100	Pick up	45	57	Excede
10.4	100	Microbús	45	35	No excede
7.12	100	Camión	45	51	No excede
5.29	100	Jeep	45	68	Excede
6.41	100	Vehículo	45	56	Excede
6.5	100	Moto	45	55	Excede
10.85	100	Vehículo	45	33	No excede
8.7	100	Moto	45	41	No excede
9.8	100	Vehículo	45	37	No excede

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 75. Levantamiento estudio de velocidad para señal de 45kph

Tiempo (s)	Distancia (m)	Tipo de vehículo	Señal (kph)	Velocidad (km/h)	Excede/No excede
6.25	100	Vehículo	45	58	Excede
6.34	100	Jeep	45	57	Excede
6.66	100	Jeep	45	54	No excede
11.63	100	T3 s3	45	31	No excede
10	100	Pick up	45	36	No excede
7.55	100	Auto	45	48	No excede
10.13	100	T3 s3	45	36	No excede
8.75	100	Camión ligero	45	41	No excede
10.18	100	T3 s3	45	35	No excede
9.88	100	T3 s3	45	36	No excede
12.02	100	T3 s3	45	30	No excede
11.28	100	Bus grande	45	32	No excede
9.02	100	Pick up	45	40	No excede
8.48	100	Moto	45	42	No excede
7.98	100	Pick up	45	45	No excede
12.94	100	T3 s2	45	28	No excede
9.35	100	Vehículo	45	39	No excede
9.93	100	Bus grande	45	36	No excede
9.29	100	Pick up	45	39	No excede
8.57	100	Pick up	45	42	No excede
9.81	100	Bus grande	45	37	No excede
10.6	100	T3 s3	45	34	No excede
7.07	100	C2	45	51	No excede

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 75. Levantamiento estudio de velocidad para señal de 45kph

Tiempo (s)	Distancia (m)	Tipo de vehículo	Señal (kph)	Velocidad (km/h)	Excede/No excede
7.84	100	Pick up	45	46	No excede
8.37	100	Vehículo	45	43	No excede
8.27	100	Pick up	45	44	No excede
7.83	100	T3 s2	45	46	No excede
9.03	100	Pick up	45	40	No excede
9.05	100	Jeep	45	40	No excede
9.16	100	C3	45	39	No excede
7.59	100	Vehículo	45	47	No excede
8.11	100	T3 s2	45	44	No excede
6.6	100	Jeep	45	55	No excede
9.8	100	Moto	45	37	No excede
12.16	100	C2	45	30	No excede
10.34	100	Vehículo	45	35	No excede
7.38	100	Camión ligero	45	49	No excede
11.12	100	Bus grande	45	32	No excede
6.22	100	Vehículo	45	58	Excede
6.57	100	Pick up	45	55	No excede
11.37	100	Pick up	45	32	No excede
10.44	100	Vehículo	45	34	No excede
6.59	100	Jeep	45	55	No excede
7.17	100	Moto	45	50	No excede
7.39	100	Camión ligero	45	49	No excede
10.85	100	Vehículo	45	33	No excede
8.5	100	Jeep	45	42	No excede

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 75. Levantamiento estudio de velocidad para señal de 45kph

Tiempo (s)	Distancia (m)	Tipo de vehículo	Señal (kph)	Velocidad (km/h)	Excede/No excede
7.3	100	Microbús	45	49	No excede
9.34	100	Pick up	45	39	No excede
9.33	100	Vehículo	45	39	No excede
8.76	100	Pick up	45	41	No excede
9.02	100	Camión ligero	45	40	No excede

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 76. Levantamiento estudio de velocidad para señal de 60kph

Tiempo (s)	Distancia (m)	Tipo de vehículo	Señal (kph)	Velocidad (km/h)	Excede/No excede
8.3	100	Moto	60	43	No excede
6.14	100	Moto	60	59	No excede
4.53	100	Jeep	60	79	Excede
4.72	100	Vehículo	60	76	Excede
5.5	100	Pick up	60	65	No excede
7.26	100	Bus grande	60	50	No excede
5.75	100	Pick up	60	63	No excede
6.96	100	Moto	60	52	No excede
7.19	100	Bus grande	60	50	No excede
9.35	100	T3 s2	60	39	No excede
8.03	100	Bus grande	60	45	No excede
5.3	100	Moto	60	68	No excede
5.75	100	Moto	60	63	No excede
6.27	100	Vehículo	60	57	No excede
6.96	100	Moto	60	52	No excede
6.74	100	Bus grande	60	53	No excede
6.8	100	Vehículo	60	53	No excede
6.55	100	Camión ligero	60	55	No excede
7.58	100	T3 s2	60	47	No excede
5.44	100	Moto	60	66	No excede
5.69	100	Vehículo	60	63	No excede
6.56	100	Vehículo	60	55	No excede
6.34	100	Vehículo	60	57	No excede

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 76. Levantamiento estudio de velocidad para señal de 60kph

Tiempo (s)	Distancia (m)	Tipo de vehículo	Señal (kph)	Velocidad (km/h)	Excede/No excede
8.32	100	Moto	60	43	No excede
6.82	100	C2	60	53	No excede
7.85	100	Pick up	60	46	No excede
4.98	100	Pick up	60	72	Excede
6.87	100	Moto	60	52	No excede
5.7	100	Pick up	60	63	No excede
5.35	100	Vehículo	60	67	No excede
6.01	100	Camión ligero	60	60	No excede
5.82	100	T3 s3	60	62	No excede
5.95	100	T3 s2	60	61	No excede
5.11	100	Pick up	60	70	Excede
4.46	100	Pick up	60	81	Excede
7.58	100	Moto	60	47	No excede
5.5	100	Vehículo	60	65	No excede
6.8	100	C2	60	53	No excede
6.14	100	Moto	60	59	No excede
7.27	100	T3 s2	60	50	No excede
11.43	100	C2	60	31	No excede
11.21	100	Vehículo	60	32	No excede
6.66	100	Pick up	60	54	No excede
6.13	100	Vehículo	60	59	No excede
6	100	Camión ligero	60	60	No excede
5.96	100	Moto	60	60	No excede
5.04	100	Bus grande	60	71	Excede

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 76. Levantamiento estudio de velocidad para señal de 60kph

Tiempo (s)	Distancia (m)	Tipo de vehículo	Señal (kph)	Velocidad (km/h)	Excede/No excede
6.28	100	Moto	60	57	No excede
6.08	100	Pick up	60	59	No excede
7.19	100	Caponera	60	50	No excede
7.67	100	Pick up	60	47	No excede
5.49	100	Moto	60	66	No excede
4.67	100	Pick up	60	77	Excede
4.19	100	Vehículo	60	86	Excede
7.32	100	Moto	60	49	No excede
9.05	100	Pick up	60	40	No excede
9	100	Otro	60	40	No excede
6.47	100	Pick up	60	56	No excede
6.21	100	Camión ligero	60	58	No excede
7.34	100	Vehículo	60	49	No excede
7.99	100	Pick up	60	45	No excede
8.17	100	T3 s2	60	44	No excede
6.09	100	Pick up	60	59	No excede
6.68	100	Jeep	60	54	No excede
6.35	100	Camión ligero	60	57	No excede
6.25	100	Moto	60	58	No excede
4.39	100	Pick up	60	82	Excede
5.62	100	T3 s2	60	64	No excede
5.82	100	Bus grande	60	62	No excede
5.03	100	Camión ligero	60	72	Excede

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 76. Levantamiento estudio de velocidad para señal de 60kph

Tiempo (s)	Distancia (m)	Tipo de vehículo	Señal (kph)	Velocidad (km/h)	Excede/No excede
6.51	100	Moto	60	55	No excede
7.9	100	Camión	60	46	No excede
7.96	100	Vehículo	60	45	No excede
7.51	100	Vehículo	60	48	No excede
5.24	100	Pick up	60	69	No excede

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 77. Levantamiento estudio de velocidad para señal de 80kph

Tiempo (s)	Distancia (m)	Tipo de vehículo	Señal (kph)	Velocidad (km/h)	Excede/No excede
5.64	100	Camión	80	64	No excede
6.35	100	Moto	80	57	No excede
5.43	100	T3 s2	80	66	No excede
4.43	100	Bus grande	80	81	No excede
5.56	100	Moto	80	65	No excede
5.58	100	Camión ligero	80	65	No excede
6.61	100	Jeep	80	54	No excede
6.34	100	Vehículo	80	57	No excede
7.65	100	T3 s3	80	47	No excede
4.58	100	Moto	80	79	No excede
4.78	100	T3 s2	80	75	No excede
4.91	100	C2	80	73	No excede
4.95	100	Pick up	80	73	No excede

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 77. Levantamiento estudio de velocidad para señal de 80kph

Tiempo (s)	Distancia (m)	Tipo de vehículo	Señal (kph)	Velocidad (km/h)	Excede/No excede
5.17	100	Jeep	80	70	No excede
4	100	Vehículo	80	90	No excede
6.01	100	Camión	80	60	No excede
3.86	100	Vehículo	80	93	Excede
5.49	100	Moto	80	66	No excede
3.41	100	Vehículo	80	106	Excede
5.43	100	Pick up	80	66	No excede
6.03	100	Bus grande	80	60	No excede
5.3	100	Camión ligero	80	68	No excede
4	100	Vehículo	80	90	No excede
4.45	100	C2	80	81	No excede
4.78	100	Bus grande	80	75	No excede
4.39	100	C2	80	82	No excede
5.93	100	Bus grande	80	61	No excede
6.16	100	T3 s3	80	58	No excede
5.63	100	T3 s3	80	64	No excede
6.28	100	T3 s3	80	57	No excede
3.41	100	Pick up	80	106	Excede
6.98	100	C2	80	52	No excede
4.32	100	C2	80	83	No excede
5.56	100	T3 s2	80	65	No excede
3.54	100	Pick up	80	102	Excede
4.72	100	Vehículo	80	76	No excede
4.13	100	Camión ligero	80	87	No excede

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 77. Levantamiento estudio de velocidad para señal de 80kph

Tiempo (s)	Distancia (m)	Tipo de vehículo	Señal (kph)	Velocidad (km/h)	Excede/No excede
3.99	100	Pick up	80	90	Excede
4.45	100	C2	80	81	No excede
4.89	100	Bus grande	80	74	No excede
3.6	100	Vehículo	80	100	Excede
3.5	100	Jeep	80	103	Excede
6.54	100	T3 s2	80	55	No excede
5.42	100	Camión ligero	80	66	No excede
5.15	100	Pick up	80	70	No excede
4.32	100	Pick up	80	83	No excede
4.83	100	Pick up	80	75	No excede
3.99	100	Vehículo	80	90	Excede
6.6	100	Camión ligero	80	55	No excede
4.97	100	Vehículo	80	72	No excede
22	100	Bicicleta	80	16	No excede
5.43	100	Pick up	80	66	No excede
6.15	100	Camión ligero	80	59	No excede
6.92	100	T3 s3	80	52	No excede
6.48	100	T3 s2	80	56	No excede
6.48	100	T3 s2	80	56	No excede
6.02	100	Moto	80	60	No excede
5.43	100	Pick up	80	66	No excede
6.87	100	T3 s2	80	52	No excede
6.61	100	Moto	80	54	No excede

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 77. Levantamiento estudio de velocidad para señal de 80kph

Tiempo (s)	Distancia (m)	Tipo de vehículo	Señal (kph)	Velocidad (km/h)	Excede/No excede
7.12	100	Pick up	80	51	No excede
7.13	100	T3 s2	80	50	No excede
4.71	100	Vehículo	80	76	No excede
7.32	100	C2	80	49	No excede
5.3	100	Camión	80	68	No excede
6.54	100	C2	80	55	No excede
5.1	100	Moto	80	71	No excede
5.88	100	T3 s3	80	61	No excede
4.32	100	Pick up	80	83	No excede
4.71	100	Pick up	80	76	No excede
5.18	100	T3 s2	80	69	No excede
3.86	100	Vehículo	80	93	Excede
4.07	100	Vehículo	80	88	No excede
3.4	100	Bus grande	80	106	Excede
3.02	100	Pick up	80	119	Excede
4.25	100	Vehículo	80	85	No excede

Fuente: Datos levantados por sustentantes.

Tabla 78. Características físicas de las carreteras según su material

ASFALTO	
CARACTERÍSTICAS	RANGO
Ancho de Corona	6m-10m
Ancho de calzada	6m-7.30m
Derecho de vía	20m-40m
Bombeo	2%-3%
Velocidad de Diseño	60-80 km/H
Pendiente Máxima	3%-8%
Pendiente Ponderada	0.5%-4.5%
ADOQUINADO	
CARACTERÍSTICAS	RANGO
Ancho de corona	5.70m-9m
Ancho de calzada	5.50m-7m
Derecho de vía	11m-38m
CONCRETO HIDRÁULICO	
CARACTERÍSTICAS	RANGO
Ancho de Corona	7.60m-10.90m
Ancho de calzada	6.70m-8.40m
Derecho de vía	29.30m-40m
Bombeo	2%-3%
Velocidad de Diseño	30-90 km/H
Pendiente Máxima	3%-8%
Pendiente Ponderada	0.5%-5.4%

Fuente: Manual Geométrico de la SIECA.

Tabla 79. Clasificación de red vial de Nicaragua según el MTI

Clasificación de las carreteras del país		
Abreviación	Nombre	Requisitos
TP	Troncal Principal	Pertenece a la red vial centroamericana/Panamericana, TPDA es mayor a los 1000 vehículos, conectan cabeceras departamentales o centros urbanos con más de 50,000 habitantes.
TS	Troncal Secundaria	Nacional primaria, el volumen de tráfico atendido es mayor de 500 veh/día, conectora de cabecera departamental o centro económico, importante, generador de tráfico tales como áreas turísticas.
CP	Colectora Principal	Nacional secundaria, comunican una o más cabeceras municipales con una población superior a los 10,000 habitantes, el flujo de tráfico es mayor a 250 veh/día.
CS	Colectora Secundaria	Nacional terciaria, son caminos de alta importancia municipal, con población servida mayores de 5000 habitantes, el flujo del tráfico atendido es mayor a los 250 veh/día.
CV	Camino Vecinal	Municipales generalmente en zonas que tienen menos de 1000 habitantes volúmenes de tráfico menor de 50 veh/día.

Fuente: Manual Geométrico de la SIECA.

Tabla 80. Levantamiento de señales verticales en el tramo de estudio

Formato de levantamiento de señales de tránsito									
Coordenada	Estación	Código	Tipo	Tipo de tablero	H.A (m)	D.A (m)	Ubicación		Observaciones
							IZ	DE	
16p0603169/ utm1301978	64+000	P-9-4	preventiva	rombo	2.64	4.8		x	Regular estado (manchada)
16p0603185/ utm1301958	64+019.9	R-10-1	reglamentaria	rectangular	2.69	1.32	x		Buen estado
16p0603181/ utm1301930	64+041.6	ID-1-9	Informativa	rectangular	2.84	3		x	Buen estado
16p0603193/ utm1301928	64+050.7	ID-1-9	informativa	rectangular	2.82	1.75	x		Buen estado
16p0603219/ utm1301865	64+119.6	P-2-4	preventiva	rombo	2.31	1.38	x		Buen estado
16p0603239/ utm1301813	64+175.3	R-2-1	reglamentaria	rectangular	2.28	1.71	x		Buen estado
16p0603255/ utm1301761	64+230.7	R-2-1	reglamentaria	rectangular	2.57	2.29		x	Regular estado
16p0603255/ utm1301753	64+240.7	ID-1-9	informativa	rectangular	2.18	2.23		x	Regular estado
16p0603488/ utm1301122	64+912	R-13-1	reglamentaria	rectangular	2.58	2.15		x	Buen estado
16p0603530/ utm1301034	65+009.4	R-2-1	reglamentaria	rectangular	3.05	2.63	x		Buen estado
16p0603548/ utm1300955	65+093.4	R-2-1	reglamentaria	rectangular	2.24	3.3		x	Regular estado (manchada)
16p0603599/ utm1300813	65+244.1	ID-1-7	informativa	rectangular	2.84	2.92		x	Buen estado
Nota: H.A: altura de arista / D.A: distancia de acera. IZ: izquierda / DE: derecha.									

Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Tabla 80. Levantamiento de señales verticales en el tramo en estudio

Formato de levantamiento de señales de tránsito									
Coordenada	Estación	Código	Tipo	Tipo de tablero	H.A	D.A	Ubicación		Observaciones
							IZ	DE	
16p0603742/ utm1300428	65+653.4	R-2-1	reglamentaria	rectangular	2.71	2.37		x	Buen estado
16p0603779/ utm1300366	65+698.2	R-1-1	reglamentaria	octagonal	3.24	2.48	x		Buen estado
16p0603769/ utm1300356	65+730	R-1-1	reglamentaria	octagonal	3.24	2.48		x	Regular estado (manchada)
16p0603817/ utm1300227	65+865	E-1-1	preventiva	pentagonal	2.44	2.54		x	Buen estado
16p0603821/ utm1300222	65+873.7	R-10-1	reglamentaria	rectangular	3.16	2.41		x	Buen estado
16p0603824/ utm1300216	65+880	P-9-4	preventiva	rombo	3.15	1.97		x	Regular estado
16p0603850/ utm1300135	65+967	E-3-1, R-2- 1	reglamentaria	rectangular	2.79	2.14		x	Buen estado
16p0603864/ utm1300133	65+971	P-9-4	preventiva	rombo	2.7	0.55	x		Buen estado
16p0603893/ utm1300064	66+047	IS-3-1	informativa	rectangular(azul)	2.53	3.95	x		Buen estado
16p0603897/ utm1300050	66+062.8	R-10-1	reglamentaria	rectangular	3.1	3.7	x		Buen estado
16p0603908/ utm1300014	66+100	E-1-1	preventiva	pentagonal	2.5	1.98	x		Buen estado
16p0603947/ utm1299911	66+210.4	E-3-1, R-2- 1	reglamentaria	rectangular	3.02	3.9	x		Buen estado
Nota: H.A: altura de arista / D.A: distancia de acera. IZ: izquierda / DE: derecha.									

Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Tabla 80. Levantamiento de señales verticales en el tramo en estudio

Formato de levantamiento de señales de tránsito									
Coordenada	Estación	Código	Tipo	Tipo de tablero	H.A	D.A	Ubicación		Observaciones
							IZ	DE	
16p0603974/ utm1299845	66+284	E-1-1	preventiva	pentagonal	2.85	3.9	x		Buen estado
16p0603991/ utm1299803	66+328.8	E-1-1,E-3-3	preventiva	pentagonal	2.45	2.12	x		Regular estado
16p0603980/ utm1299797	66+333	R-2-11	reglamentaria	rectangular	2.09	3.8		x	Buen estado
16p0604023/ utm1299731	66+410	R-2-1	reglamentaria	rectangular	3.15	3.55		x	Buen estado
16p0604065/ utm1299699	66+461	E-1-1,E-1-2	preventiva	pentagonal	2.1	2.9	x		Buen estado
16p0604247/ utm1299570	66+688.7	P-1-2	preventiva	rombo	3.2	1.2	x		Buen estado
16p0604297/ utm1299538	66+750	R-2-1	reglamentaria	rectangular	2.54	1.85		x	Buen estado
16p0604329/ utm1299536	66+778.5	II-5-2	informativa	rectangular	2.54	1.9	x		Buen estado
16p0604348/ utm1299524	66+802.2	P-9-4	preventiva	rombo	2.4	1.93	x		Buen estado
16p0604454/ utm1299478	66+917.8	R-13-1	preventiva	rectangular	2.5	1.5	x		Buen estado
16p0605478/ utm1299016	68+047.5		informativa	rectangular	2.5	1.6		x	Regular estado
16p0605783/ utm1298893	68+375	R-2-1	reglamentaria	rectangular	2.6	1.36	x		Buen estado
Nota: H.A: altura de arista / D.A: distancia de acera. IZ: izquierda / DE: derecha.									

Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Tabla 80. Levantamiento de señales verticales en el tramo en estudio

Formato de levantamiento de señales de tránsito									
Coordenada	Estación	Código	Tipo	Tipo de tablero	H.A	D.A	Ubicación		Observaciones
							IZ	DE	
16p0606315/ utm1298389	69+120	R-13-1	reglamentaria	rectangular	2.65	1.4	x		Buen estado
16p0607012/ utm1297323	70+395.5	E-1-1,E-1-2	preventiva	pentagonal	3	2.37		x	Buen estado
16p0607106/ utm1297199	70+551.4	R-2-1	reglamentaria	rectangular	2.53	2	x		Buen estado
16p0607107/ utm1297180	70+568.5	E-1-1,E-3-3	preventiva	pentagonal	2.31	1.48		x	Regular estado
16p0607164/ utm1297094	70+671.8	E-3-1,R-2-1	reglamentaria	rectangular	2.6	1.78		x	Buen estado
16p0607220/ utm1297009	70+773	E-1-1	preventiva	pentagonal	2.39	2.17	x		Buen estado
16p0607270/ utm1296954	70+838	E-1-2	preventiva	pentagonal			x		Mal estado
16p0607325/ utm1296867	70+949.2	E-3-1,R-2-1	reglamentaria	rectangular	2.7	1.6	x		Buen estado
16p0607321/ utm1296855	70+957.7	P-1-2	preventiva	rombo	2.53	1.44		x	Buen estado
16p0607404/ utm1296749	71+094.1	E-1-1	preventiva	pentagonal	2.94	3.1	x		Buen estado
16p0607602/ utm1296362	71+530	P-1-9	preventiva	rectangular	1.7	1.5	x		Regular estado
Nota: H.A: altura de arista / D.A: distancia de acera. IZ: izquierda / DE: derecha.									

Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Tabla 80. Levantamiento de señales verticales en el tramo en estudio

Formato de levantamiento de señales de tránsito									
Coordenada	Estación	Código	Tipo	Tipo de tablero	H.A	D.A	Ubicación		Observaciones
							IZ	DE	
16p0607613/ utm1296307	71+585.9	P-1-9	preventiva	rectangular ama	2	1.5		x	Regular estado
16p0607622/ utm1296154	71+740	R-2-1	reglamentaria	rectangular	2.48	1.75		x	Buen estado
16p0607625/ utm1295914	71+980	P-1-2	preventiva	rombo	2.58	1.45	x		Buen estado
16p0607624/ utm1295870	72+023	R-13-1	reglamentaria	rectangular	2.5	1.48	x		Buen estado
16p0607614/ utm1295866	72+029.7	R-13-1	reglamentaria	rectangular	2.7	1.8		x	Buen estado
16p0607613/ utm1295816	72+078.4	P-1-2	preventiva	rombo	2.52	1.75		x	Buen estado
16p0607619/ utm1295676	72+217	R-2-1	reglamentaria	rectangular			x		Mal estado
16p0607645/ utm1295394	72+503.2	P-5-6	preventiva	rombo	3.2	2.4		x	Buen estado
16p0607686/ utm1295316	72+590	P-12-4-A	rectangular	rectangular			x		Mal estado
16p0607728/ utm1295225	72+591.2	R-2-1	reglamentaria	rectangular	2.52	1.76		x	Buen estado
16p0607867/ utm1295030	72+930.8	P-1-2	preventiva	rombo	2.55	1.6	x		Buen estado
Nota: H.A: altura de arista / D.A: distancia de acera. IZ: izquierda / DE: derecha.									

Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Tabla 80. Levantamiento de señales verticales en el tramo en estudio

Formato de levantamiento de señales de tránsito									
Coordenada	Estación	Código	Tipo	Tipo de tablero	H.A	D.A	Ubicación		Observaciones
							IZ	DE	
16p0607939/ utm1294907	73+075	R-13-1	reglamentaria	rectangular	2.63	1.5		x	Buen estado
16p0607955/ utm1294880	73+106.4	P-5-6	preventiva	rombo	3.25	2.43		x	Buen estado
16p0607987/ utm1294846	73+150.7	R-2-1	reglamentaria	rectangular	2.6	1.6	x		Regular estado
16p0608073/ utm1294720	73+301	P-5-6	preventiva	rombo	3.25	2.43	x		Buen estado
16p0608112/ utm1294640	73+390	P-10-1	preventiva	rombo	2.4	1.2		x	Buen estado
16p0608512/ utm1294030	74+117	E-1-1,E-1-2	preventiva	pentagonal	2.86	2.14	x		Buen estado
16p0608629/ utm1293849	74+335	E-3-1,R-2-1	reglamentaria	rectangular	2.94	1.72		x	Buen estado
16p0608687/ utm1293762	74+439.6	E-1-1	preventiva	pentagonal	2.5	1.6		x	Buen estado
16p0608710/ utm1293742	74+465	E-1-1	preventiva	pentagonal	2.46	1.8	x		Buen estado
16p0608781/ utm1293635	74+597.6	R-13-1	reglamentaria	rectangular	2.24	1.85	x		Buen estado
16p0608885/ utm1293600	74+639.7	E-1-1,E-1-2	preventiva	pentagonal	2.78	1.76	x		Buen estado
16p0608891/ utm1293478	74+788.7	E-1-1,E-1-2	preventiva	pentagonal	2.45	1.7	x		Buen estado
Nota: H.A: altura de arista / D.A: distancia de acera. IZ: izquierda / DE: derecha.									

Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Tabla 80. Levantamiento de señales verticales en el tramo en estudio

Formato de levantamiento de señales de tránsito									
Coordenada	Estación	Código	Tipo	Tipo de tablero	H.A	D.A	Ubicación		Observaciones
							IZ	DE	
16p0608887/ utm1293466	74+796.7	R-2-1	reglamentaria	rectangular	2.54	1.3		x	Regular estado
16p0609039/ utm1293294	75+025	R-13-1	reglamentaria	rectangular	2.5	1.76	x		Regular estado
16p0609130/ utm1293184	75+167	P-1-2	preventiva	rombo	2.56	1.82	x		Buen estado
16p0609762/ utm1292419	76+163.7	P-10-1	preventiva	rombo	2.48	1.64	x		Buen estado
16p0610058/ utm1292047	76+639	R-13-1	reglamentaria	rectangular	2.47	1.65		x	Buen estado
16p0610096/ utm1291998	76+702.8	P-5-6	preventiva	rombo	3.15	2.26		x	Regular estado
16p0610199/ utm1291875	76+863	R-2-1	reglamentaria	rectangular	2.49	1.97		x	Buen estado

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

Tabla 80. Levantamiento de señales verticales en el tramo en estudio

Formato de levantamiento de señales de tránsito									
Coordenada	Estación	Código	Tipo	Tipo de tablero	H.A	D.A	Ubicación		Observaciones
							IZ	DE	
16p0610251/ utm1291829	76+932.4	P-5-6	preventiva	rombo	2.9	2.1	x		Regular estado
16p0610272/ utm1291804	76+965	R-13-1	reglamentaria	rectangular	2.3	1.59	x		Buen estado
16p0610798/ utm1291152	76+804.5	R-13-1	reglamentaria	rectangular	2.6	1.6		x	Buen estado
16p0610818/ utm1291125	77+838	P-5-6	preventiva	rombo	3.1	2.24		x	Regular estado (manchada)
16p0611025/ utm1290880	78+162	R-13-1	reglamentaria	rectangular	2.56	1.3	x		Buen estado
16p0611866/ utm1289347	79+913	R-13-1	reglamentaria	rectangular	2.63	2.65		x	Regular estado (manchada)
16p0611898/ utm1289311	79+964	P-10-1	preventiva	rombo	2.7	2.4	x		Buen estado
16p0611890/ utm1289303	79+966.4	P-5-6	reglamentaria	rombo	3.05	2.15		x	Buen estado
Nota: H.A: altura de arista / D.A: distancia de acera. IZ: izquierda / DE: derecha.									

Fuente: Elaboración propia datos con levantados por sustentantes.

Tabla 81. Señales verticales que deben ser cambiadas

Formato de levantamiento de señales de tránsito a cambiar por su estado.									
Coordenada	Estación	Código	Tipo	Tipo de tablero	H.A (m)	D.A (m)	Ubicación		Observaciones
							IZQ	DER	
16p0603169/utm1301978	64+000	P-9-4	preventiva	rombo	2.64	4.8		x	Regular estado (manchada)
16p0603255/utm1301761	64+230.7	R-2-1	reglamentaria	rectangular	2.57	2.29		x	Regular estado
16p0603255/utm1301753	64+240.7	ID-1-9	informativa	rectangular	2.18	2.23		x	Regular estado
16p0603548/utm1300955	65+093.4	R-2-1	reglamentaria	rectangular	2.24	3.3		x	Regular estado (manchada)
16p0603769/utm1300356	65+730	R-1-1	reglamentaria	octagonal	3.24	2.48		x	Regular estado (manchada)
16p0603824/utm1300216	65+880	P-9-4	preventiva	rombo	3.15	1.97		x	Regular estado
Nota: H.A: altura de arista / D.A: distancia de acera. IZ: izquierda / DE: derecha.									

Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Tabla 81. Señales verticales que deben ser cambiadas

Formato de levantamiento de señales de tránsito a cambiar por su estado.									
Coordenada	Estación	Código	Tipo	Tipo de tablero	H.A (m)	D.A (m)	Ubicación		Observaciones
							IZQ	DER	
16p0607686/utm1295316	72+590	P-12-4-A	rectangular	rectangular			x		Mal estado
16p0607987/utm1294846	73+150.7	R-2-1	reglamentaria	rectangular	2.6	1.6	x		Regular estado
16p0608887/utm1293466	74+796.7	R-2-1	reglamentaria	rectangular	2.54	1.3		x	Regular estado
16p0609039/utm1293294	75+025	R-13-1	reglamentaria	rectangular	2.5	1.76	x		Regular estado
16p0610096/utm1291998	76+702.8	P-5-6	preventiva	rombo	3.15	2.26		x	Regular estado
16p0610251/utm1291829	76+932.4	P-5-6	preventiva	rombo	2.9	2.1	x		Regular estado
Nota: H.A: altura de arista / D.A: distancia de acera. IZ: izquierda / DE: derecha.									

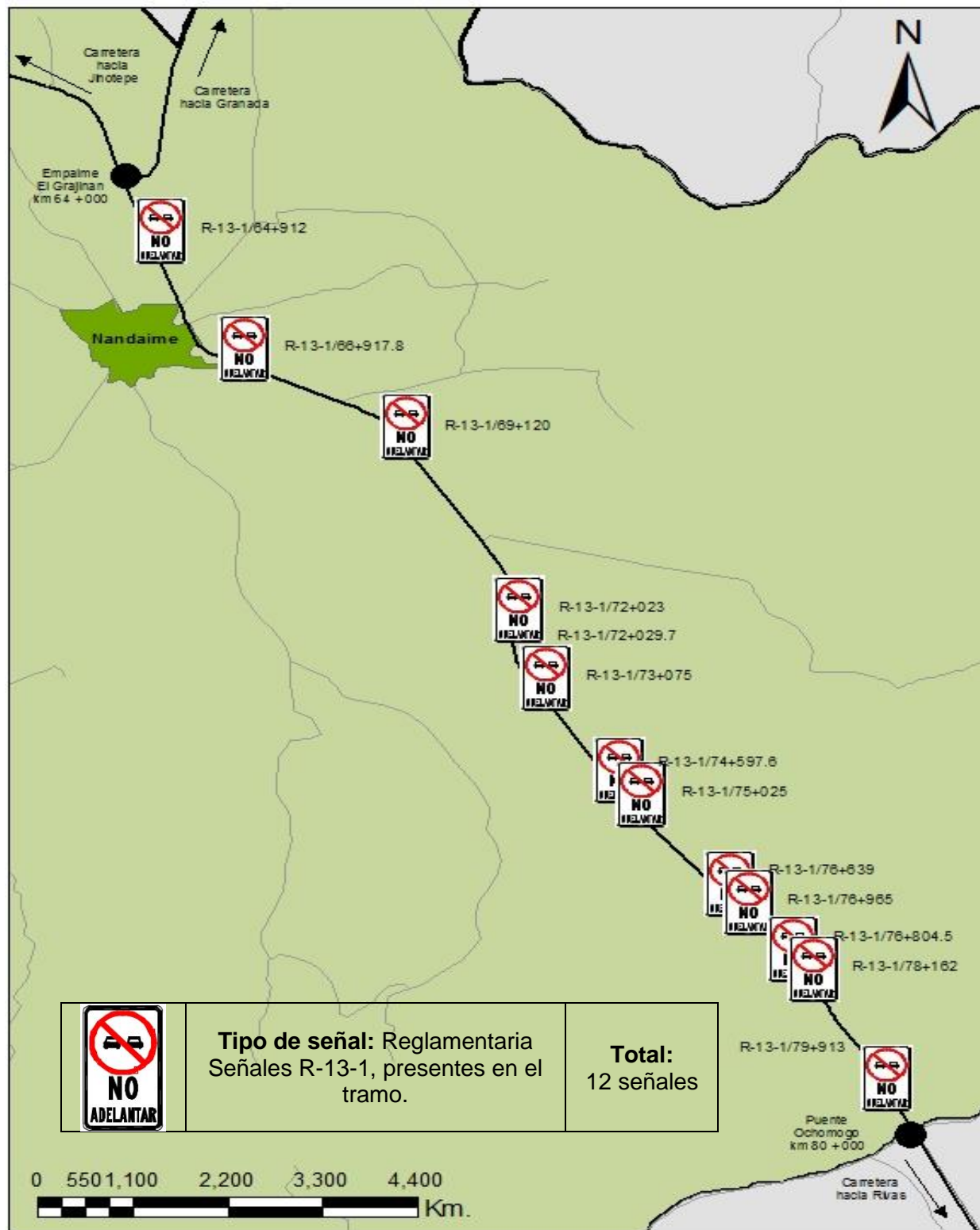
Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Tabla 81. Señales verticales que deben ser cambiadas

Formato de levantamiento de señales de tránsito a cambiar por su estado.									
Coordenada	Estación	Código	Tipo	Tipo de tablero	H.A (m)	D.A (m)	Ubicación		Observaciones
							IZQ	DER	
16p0610818/utm1291125	77+838	P-5-6	preventiva	rombo	3.1	2.24		x	Regular estado (manchada)
16p0611866/utm1289347	79+913	R-13-1	reglamentaria	rectangular	2.63	2.65		x	Regular estado (manchada)
Nota: H.A: altura de arista / D.A: distancia de acera. IZ: izquierda / DE: derecha.									

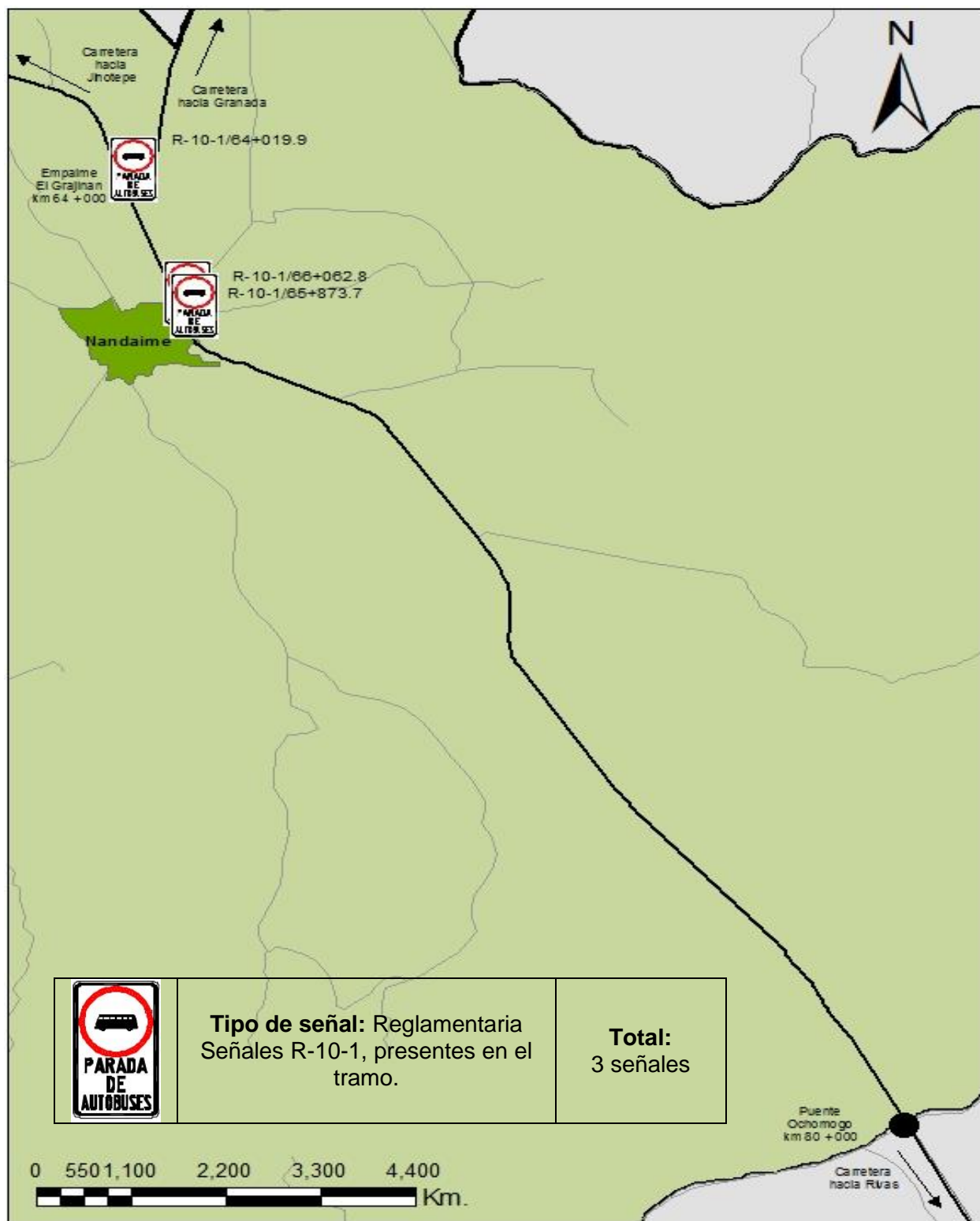
Fuente: Elaboración propia datos levantados por sustentantes.

Imagen 9. Mapa de ubicación de señalización vertical R-13-1 (señalización Reglamentaria)



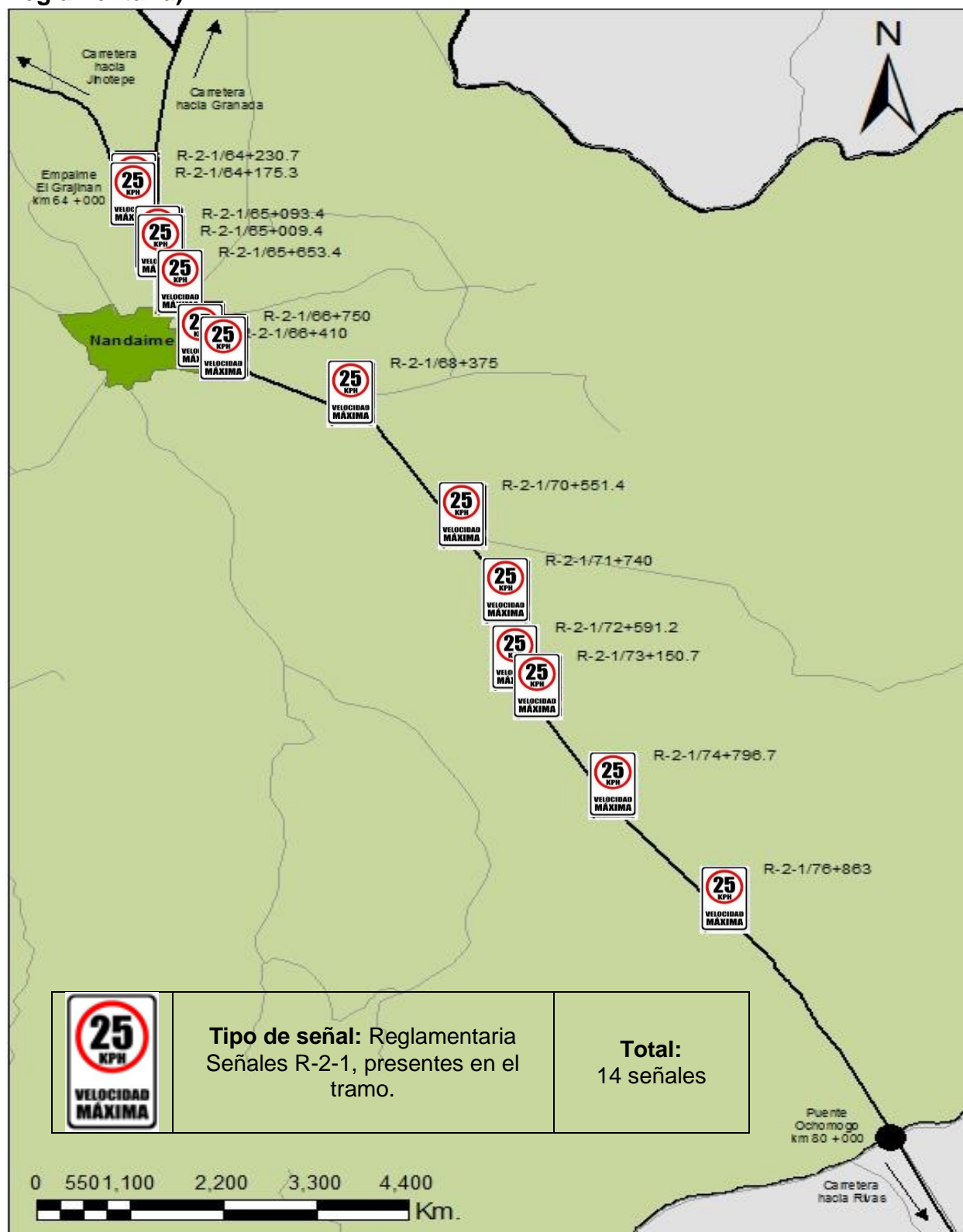
Fuente: Elaboración propia con datos levantados por sustentantes.

Imagen 10. Mapa de ubicación de señalización vertical R-10-1 (señalización Reglamentaria)



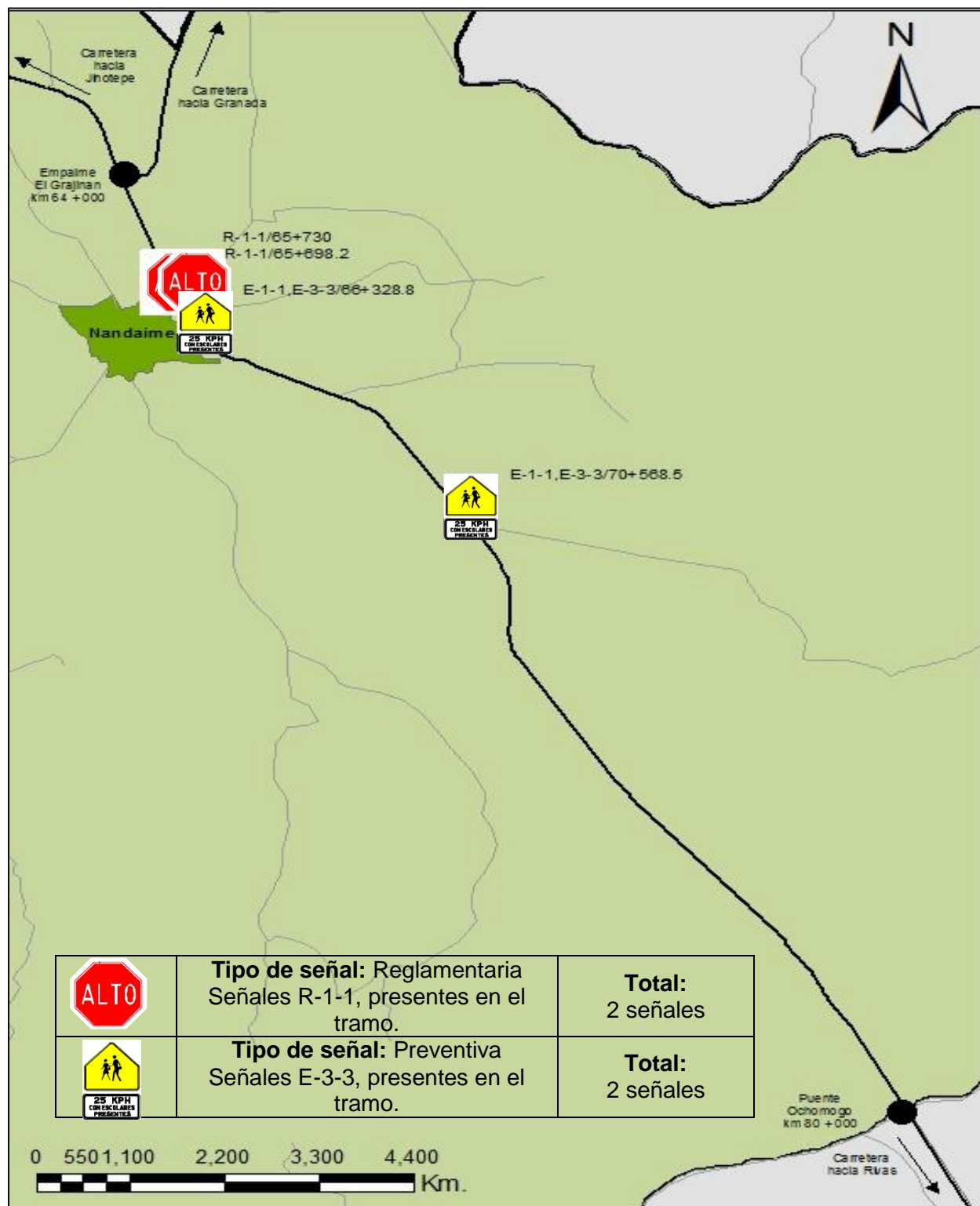
Fuente: Elaboración propia con datos levantados por sustentantes.

Imagen 11. Mapa de ubicación de señalización vertical R-2-1 (señalización Reglamentaria)



Fuente: Elaboración propia con datos levantados por sustentantes.

Imagen 12. Mapa de ubicación de señalización vertical R-1-1 y E-1-1/E-3-3 (señalización Reglamentaria)

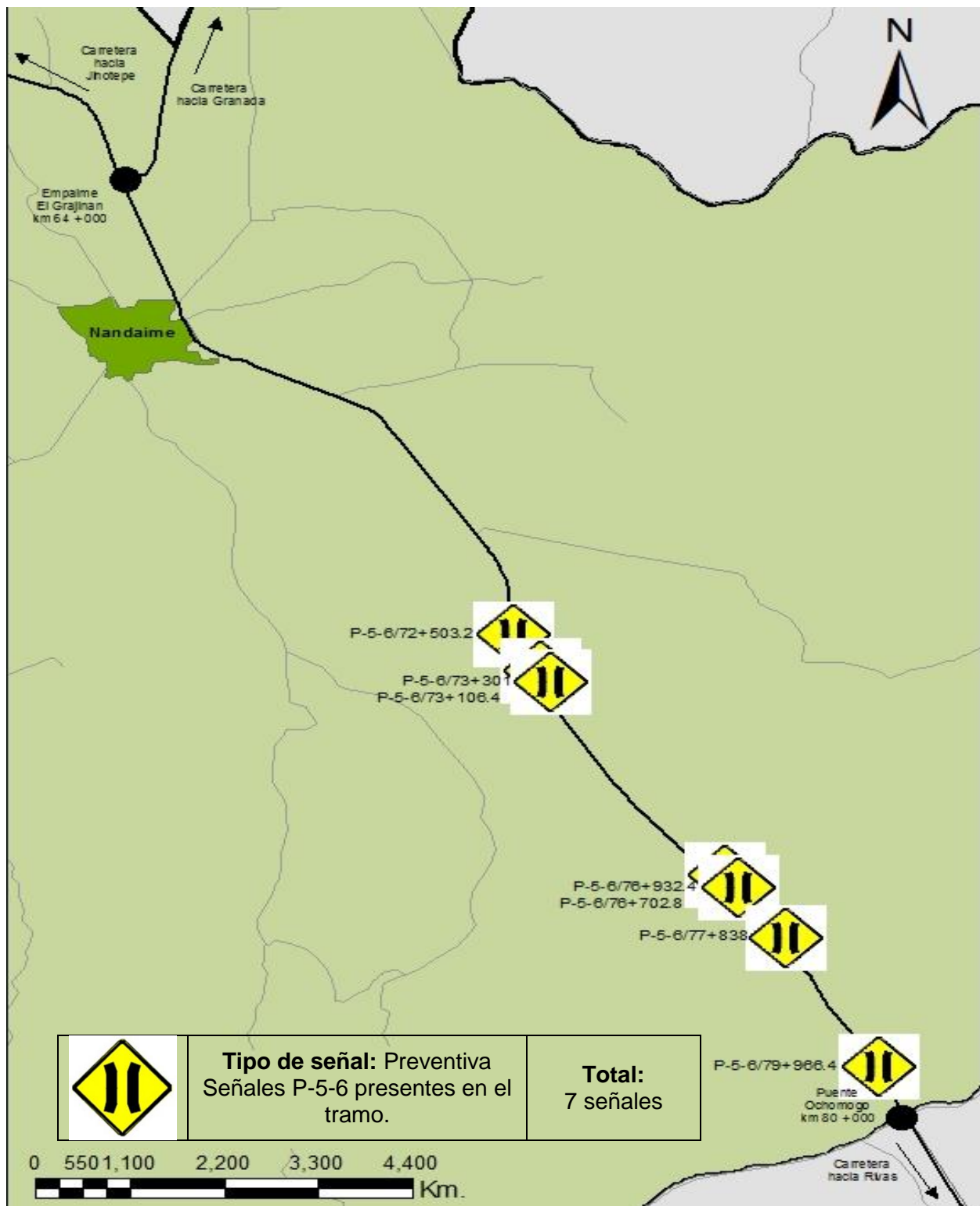


Fuente: Elaboración propia con datos levantados por sustentantes.

[illegible]

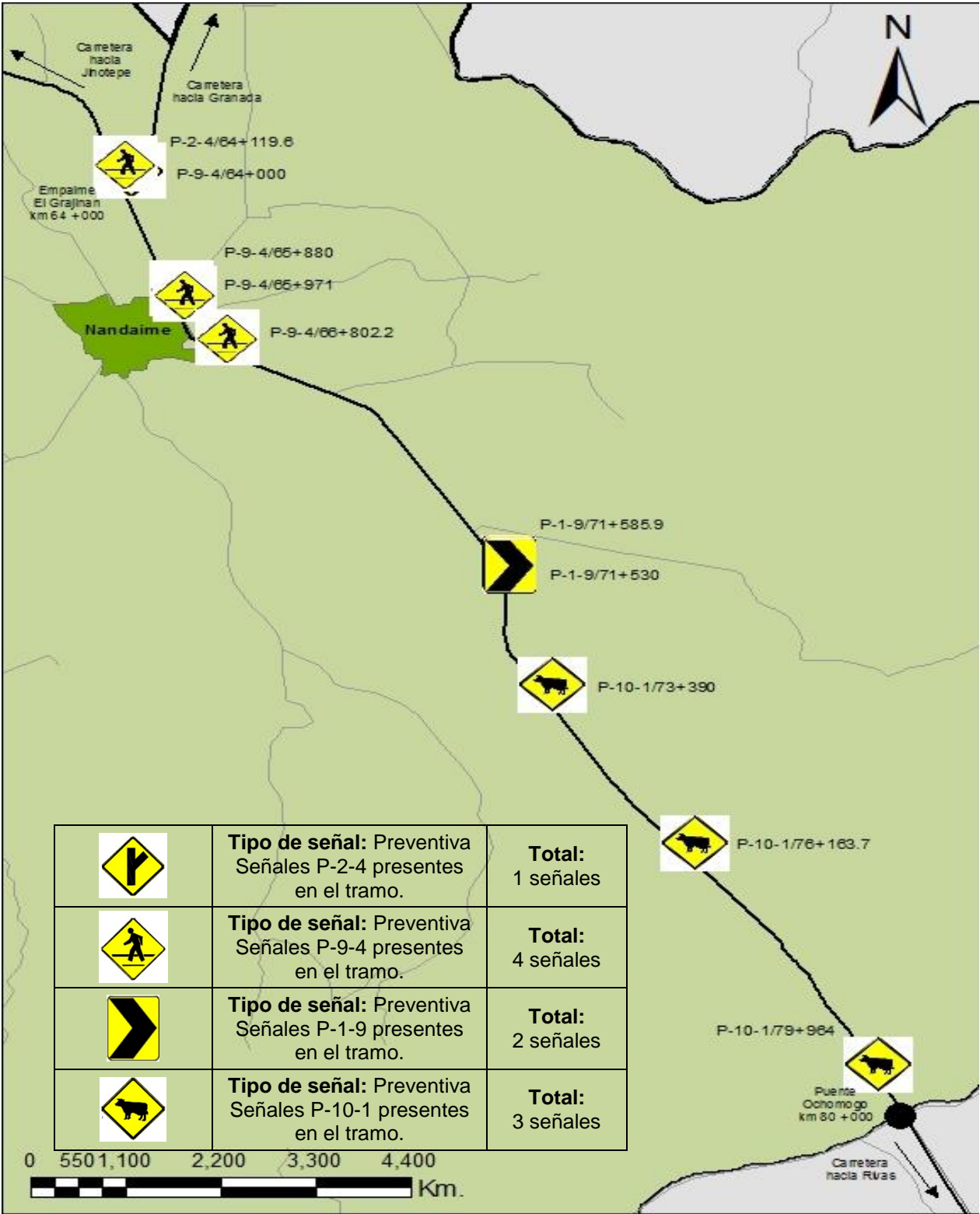
Anexo CIV

Imagen 14. Mapa de ubicación de señalización vertical P-5-6 (señalización preventiva)



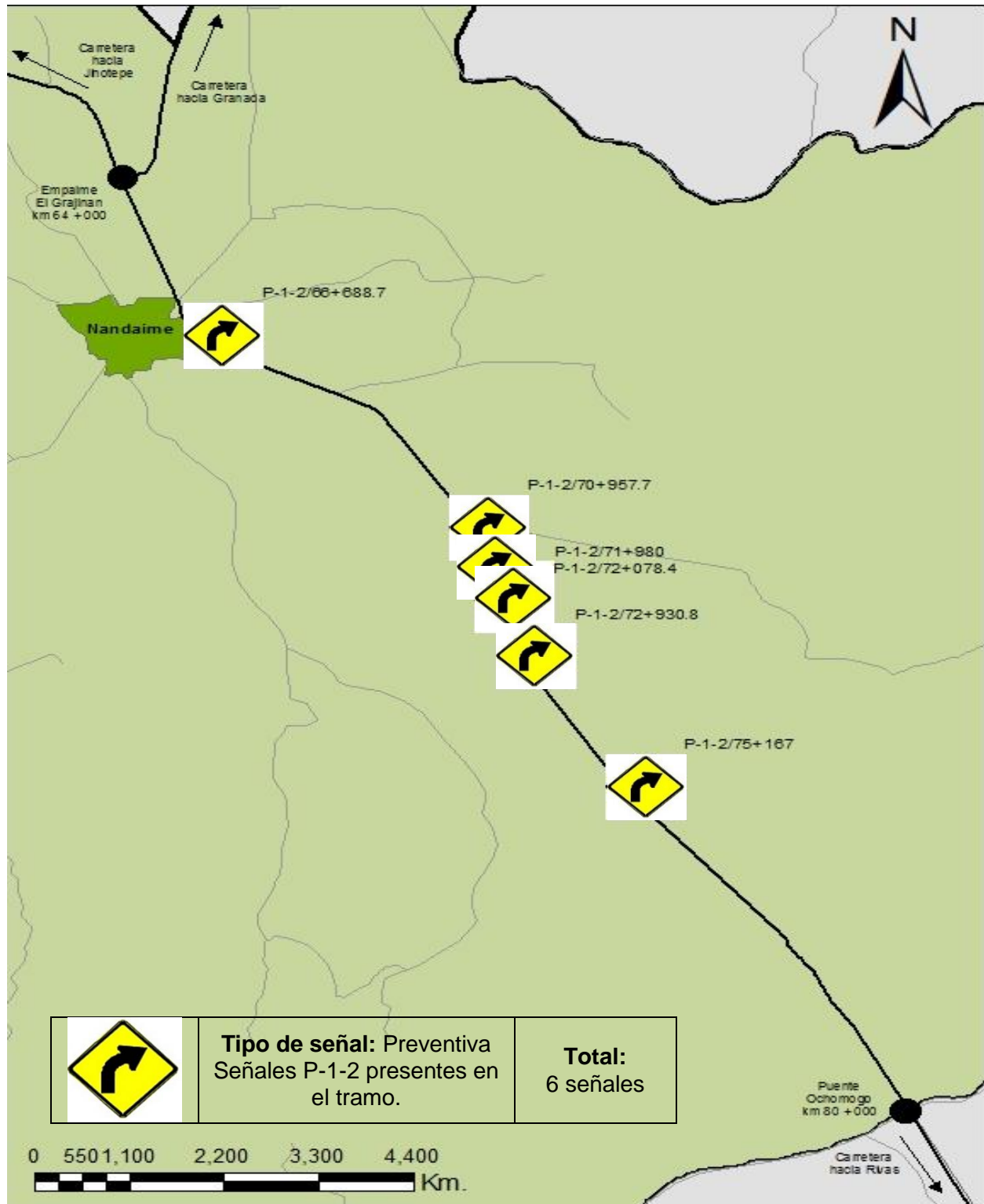
Fuente: Elaboración propia con datos levantados por sustentantes.

Imagen 15. Mapa de ubicación de señalización vertical P-2-4, P-9-4, P-1-9 y P-10-1 (señalización preventiva)



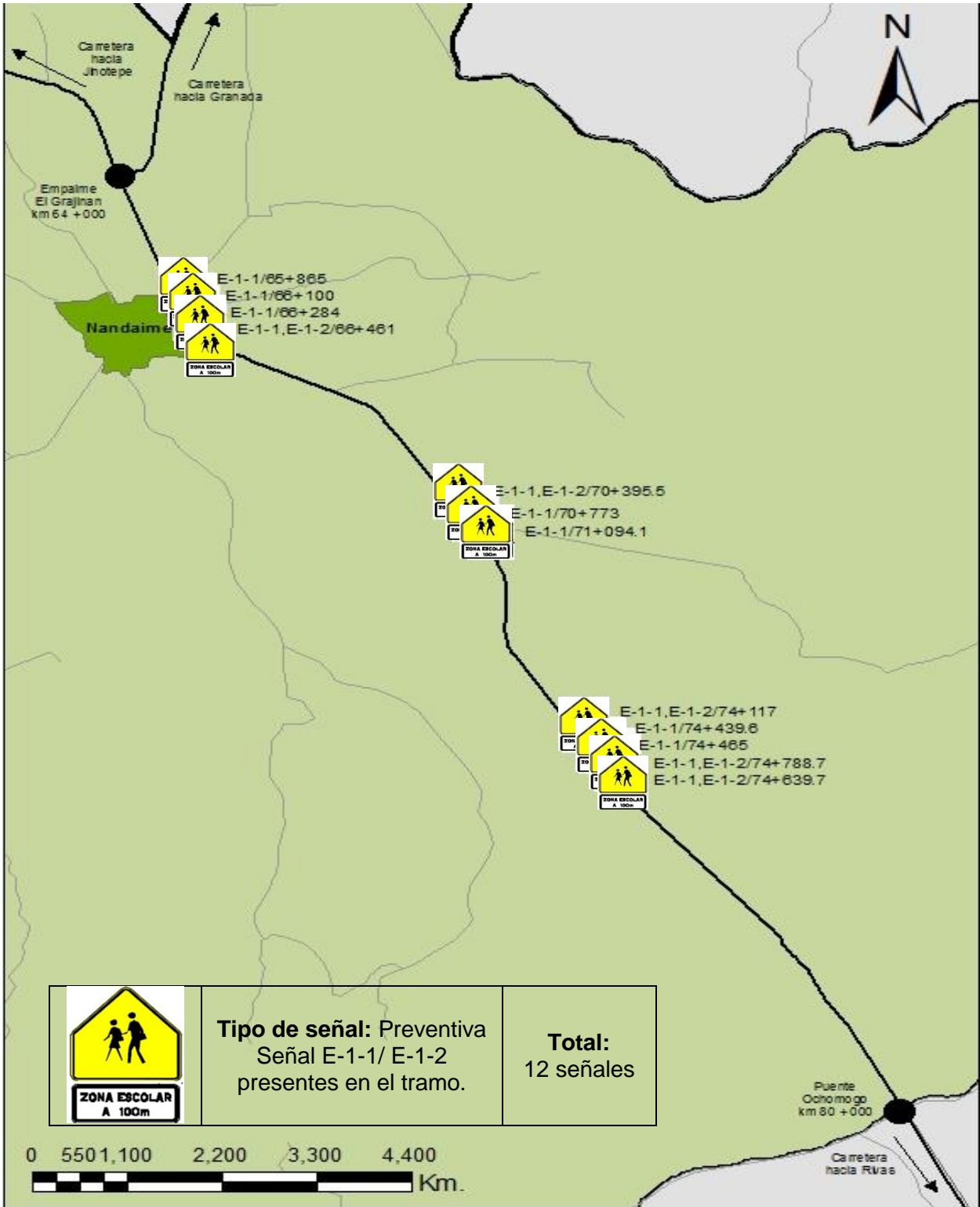
Fuente: Elaboración propia con datos levantados por sustentantes.

Imagen 16. Mapa de ubicación de señalización vertical P-1-2 (señalización preventiva)



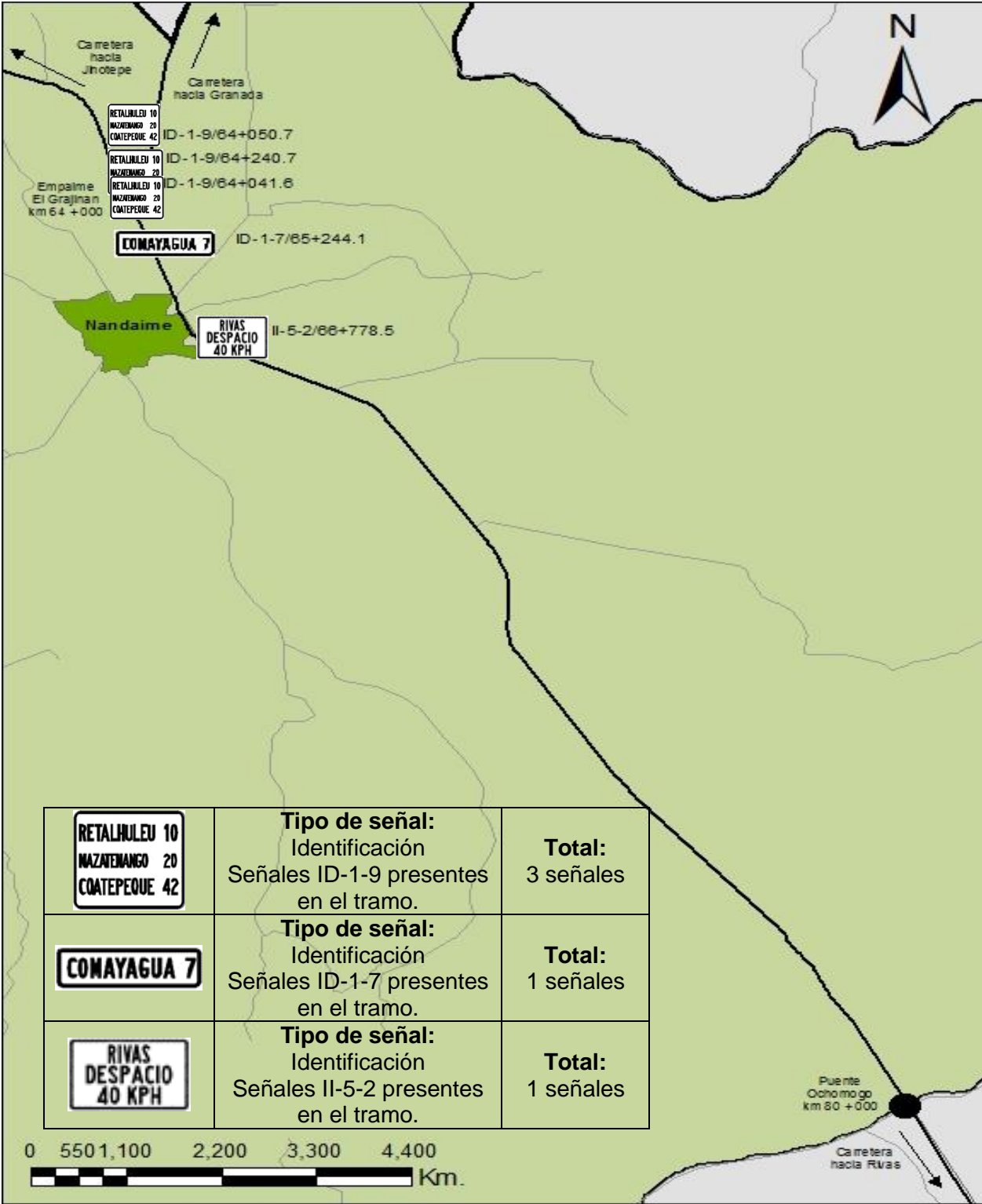
Fuente: Elaboración propia con datos levantados por sustentantes.

Imagen 17. Mapa de ubicación de señalización vertical E-1-1/ E-1-2 (señalización preventiva)



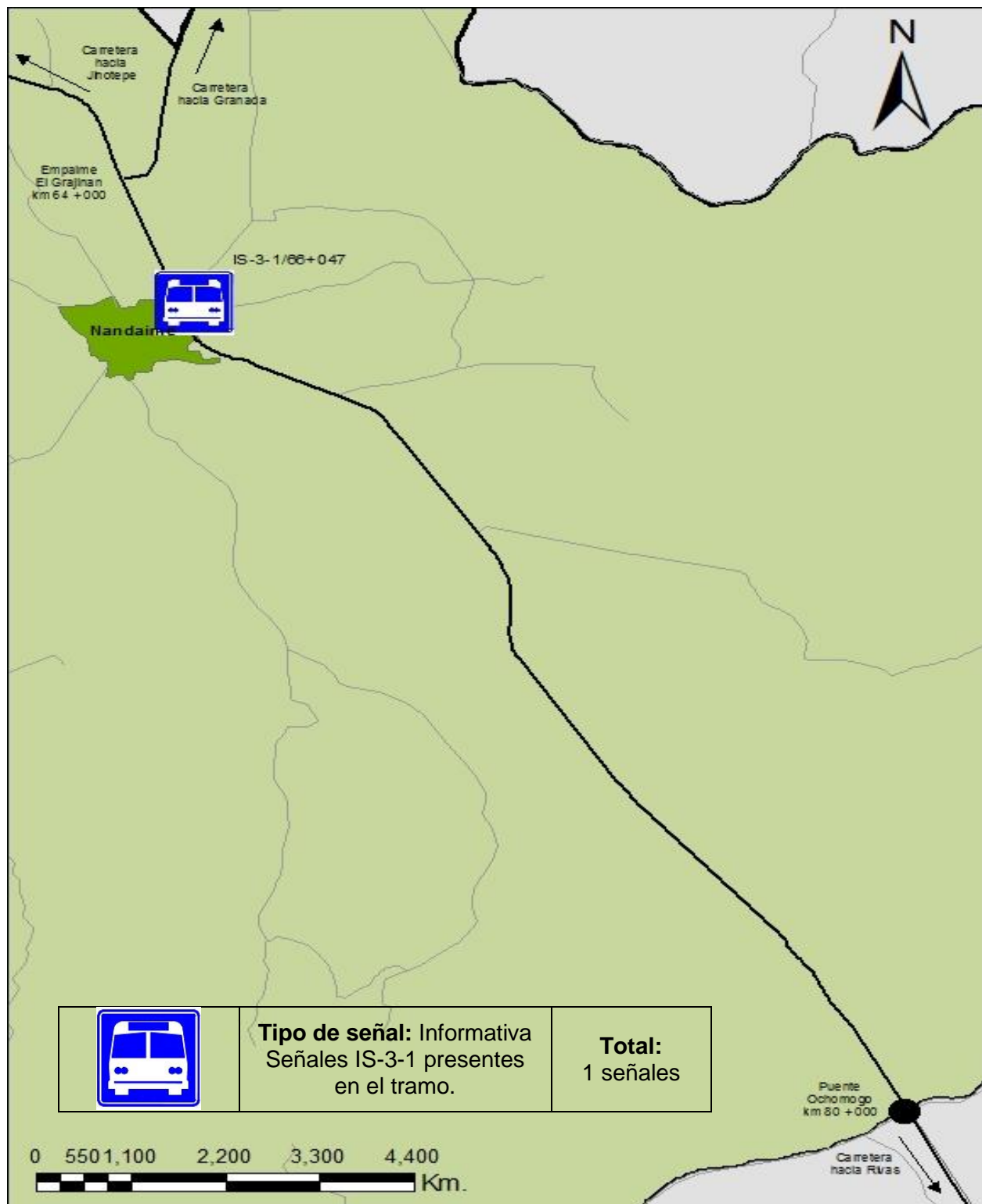
Fuente: Elaboración propia con datos levantados por sustentantes.

Imagen 18. Mapa de ubicación de señalización vertical ID-1-9, ID-1-7 y II-5-2 (señalización preventiva)



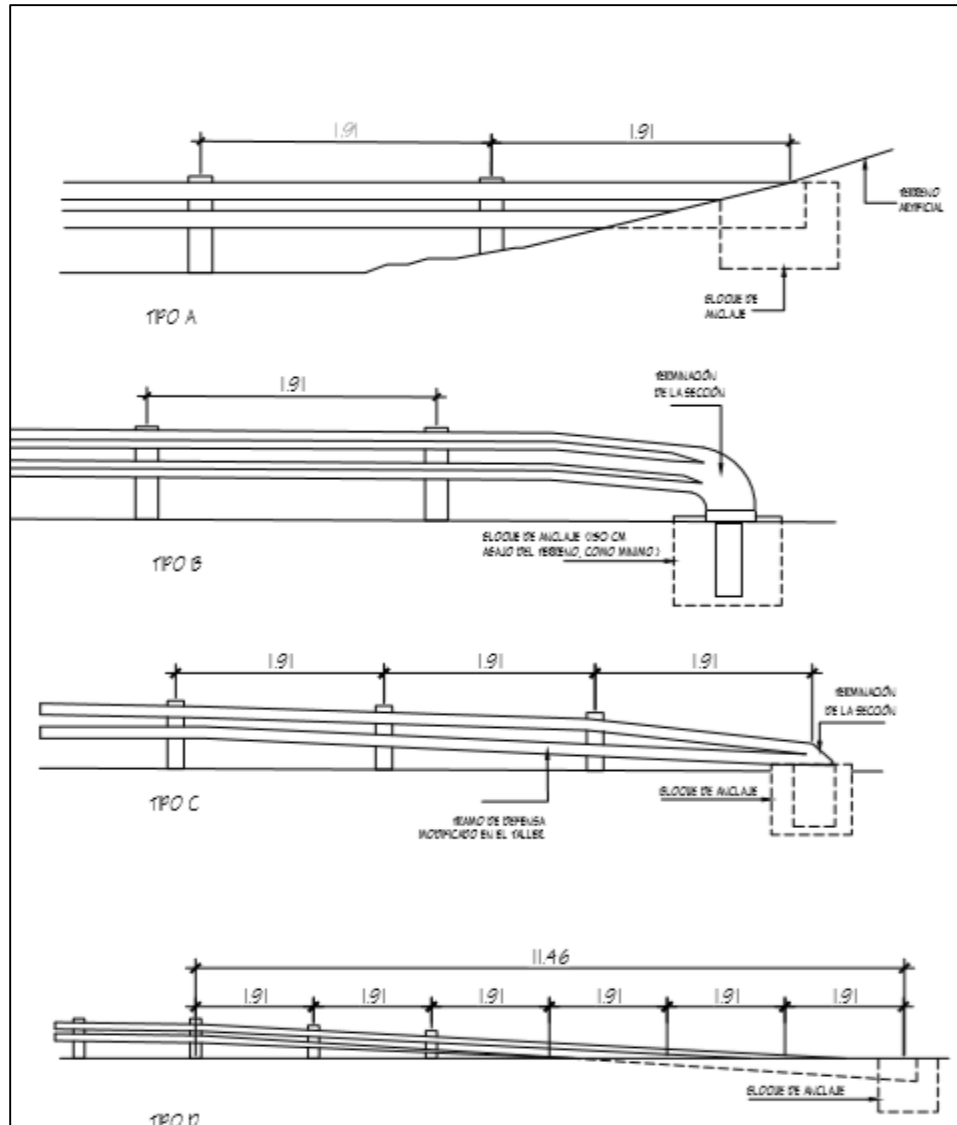
Fuente: Elaboración propia con datos levantados por sustentantes.

Imagen 19. Mapa de ubicación de señalización vertical ID-1-9, ID-1-7 y II-5-2 (señalización preventiva)



Fuente: Elaboración propia con datos levantados por sustentantes.

Imagen 20. Correcta instalación de las defensas metálicas



Fuente: Ingeniería de tránsito de Cal y Mayor.

Tabla 82. Levantamiento de señales horizontales presentes en el tramo de la estación 64+000 a la 80+000

Formato de levantamiento de señalización horizontal.												
Estación		Long	Línea de centro	Líneas de carril				Líneas de borde		Flechas direc.		Observación
				Banda derecha		Banda izquierda						
Inicio	Fin	m		Con	Discon	Con	Discon	De	Iz	De	Iz	
64+007.3	64+011.4	5.1								X	X	Gastada
64+000	64+089.9	89.9	Continua					X	X			Buen estado
64+020.6	64+024.4	3.8						x	X			Paso peatonal
64+089.9	64+230.7	140.8			X	X		X	X			Buen estado
64+230.7	64+912	681.3	Discontinua					X	X			Buen estado
64+912	65+034.2	122.2		X			X	X	X			Buen estado
65+034.2	66+688	1653.8	Continua					X	X			Buen estado
65+731.5												No hay direccionales en intersecciones
65+855.2	65+861.2	6						X	X	X		Zona escolar
65+910	65+913.8	3.8						X	X	X	X	Paso peatonal
66+014	66+017.7	3.8						X	X	X	X	Paso peatonal
66+078.4	66+082	3.8						X	X	X	X	Paso peatonal
66+284	66+290	6						X	X		X	Zona escolar
66+688	66+917.8	229.8			X	X		X	X			Buen estado
66+917.8	68+263.5	1345.7	Discontinua					X	X			Buen estado
68+263.5	68+375	111.5		X			X	X	X			Buen estado
68+375	68+984.6	609.6	Continua					X	X			Sin líneas de borde

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

Tabla 82. Levantamiento de señales horizontales presentes en el tramo de la estación 64+000 a la 80+000

Formato de levantamiento de señalización horizontal.												
Estación		Long	Línea de centro	Líneas de carril				Líneas de borde		Flechas direc.		Observación
		m		Banda derecha		Banda izquierda						
Inicio	Fin			Con	Discon	Con	Discon	De	Iz	De	Iz	
68+984.6	69+120	135.4			X	X		X	X			Buen estado
69+120	70+531	1411	Discontinua					X	X			Buen estado
70+431	70+446	15						X	X	X		Kph 45 gastada
70+531	71+605	1074	Continua					X	X			Buen estado
70+565.2	70+571.2	6						X	X	X		Zona escolar (gastada)
70+818	70+821.8	3.8						X	X			Zona escolar (gastada)
71+034.8	71+038.6	3.8						X	X			Zona escolar (gastada)
71+086.1	71+092.1	6						X	X		X	Zona escolar (gastada)
71+149.1	71+152.9	3.8						X	X			Paso peatonal (gastada)
71+605	72+029.8	424.8			X	X		X	X			Buen estado
72+029.8	72+110.6	80.8	Discontinua					X	X			No coincide con vertical
72+110.6	72+344	233.4		X			X	X	X			Buen estado
72+344	72+708	364	Continua					X	X			Buen estado

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

Tabla 82. Levantamiento de señales horizontales presentes en el tramo de la estación 64+000 a la 80+000

Formato de levantamiento de señalización horizontal.												
Estación		Long (m)	Línea de centro	Líneas de carril				Líneas de borde		Flechas direc.		Observación
Inicio	Fin			Banda derecha		Banda izquierda						
				Con	Discon	Con	Discon					
72+708	72+892	184			X	X		X	X			Buen estado
72+892	73+068.7	176.7	Discontinua					X	X			Buen estado
73+068.7	73+150.7	82		X			X	X	X			Buen estado
73+150.7	73+276	125.3	Continua					X	X			Buen estado
73+276	73+365	89			X	X		X	X			Buen estado
73+365	74+094	729	Discontinua					X	X			Buen estado
74+094	74+184	90		X			X	X	X			Buen estado
74+184	74+779	595	Continua					X	X			Buen estado
74+244	74+250	6						X	X	X		Zona escolar
74+446.2	74+450	3.8						X	X			Paso peatonal
74+647	74+653	6						X	X		X	Zona escolar
74+779	75+025	246			X	X		X	X			Buen estado
75+025	76+639	1614	Discontinua					X	X			Línea de borde gastada
76+639	76+764	125		X			X	X	X			Línea de borde gastada
76+764	76+863	99	Continua					X	X			Línea de borde gastada
76+863	76+965	102			X	X		X	X			Línea de borde der borrada

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

Tabla 82. Levantamiento de señales horizontales presentes en el tramo de la estación 64+000 a la 80+000

Formato de levantamiento de señalización horizontal.												
Estación		Long (m)	Línea de centro	Líneas de carril				Líneas de borde		Flechas direc.		Observación
Inicio	Fin			Banda derecha		Banda izquierda						
				Con	Discon	Con	Discon					
76+863	76+965	102			X	X		X	X			Línea de borde der borrada
76+965	77+804.5	839.5	Discontinua					X	X			Línea de borde gastada
77+804.5	77+917	112.5		X			X	X	X			Línea de borde gastada
77+917	78+003	86	Continua					X	X			Línea de borde gastada
78+003	78+162	159			X	X		X	X			Línea de borde gastada
78+162	79+913	1751	Discontinua					X	X			Línea de borde gastada
79+913	79+995	82		X			X	X	X			Línea de borde gastada
79+995	80+045	50	Continua					X	X			Buen estado

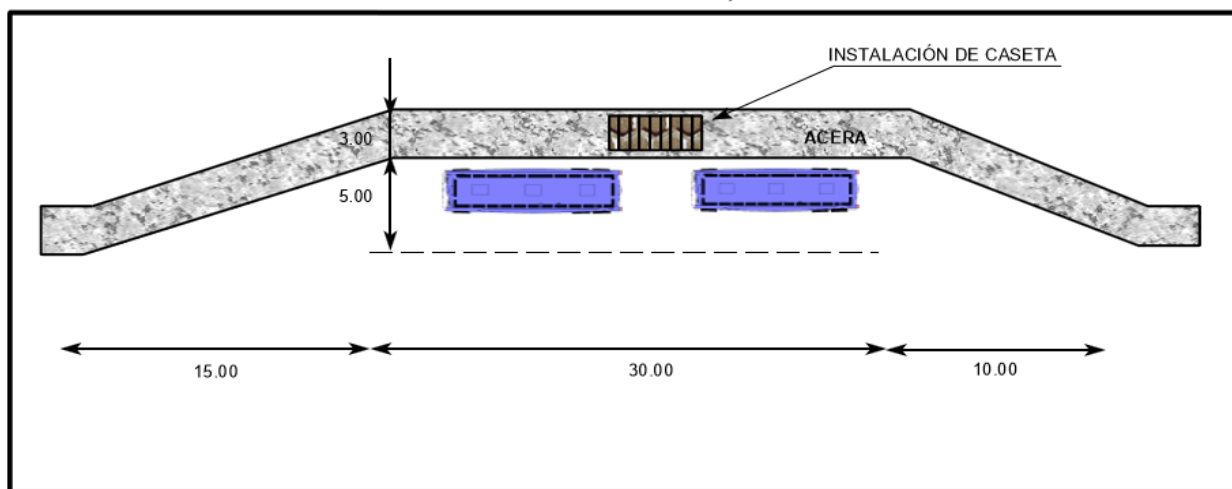
Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

Tabla 83. Dimensiones típicas de las bahías para el refugio de autobuses en las carreteras regionales

Diseño	Entrada (m)	Parada (m)	Salida (m)	Ancho (m)	Long. Total (m)
Para un bus	10	15	15	3-4	40
Para dos buses	10	30	15	3-4	55
Para tres buses	15	45	15	3-4	75

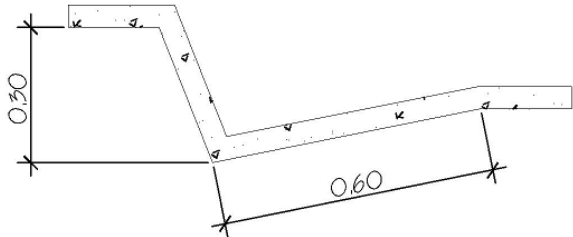
Fuente: Manual geométrico SIECA

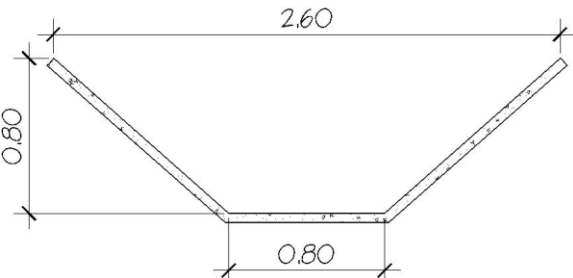
Imagen 21. Requerimientos para bahías de buses

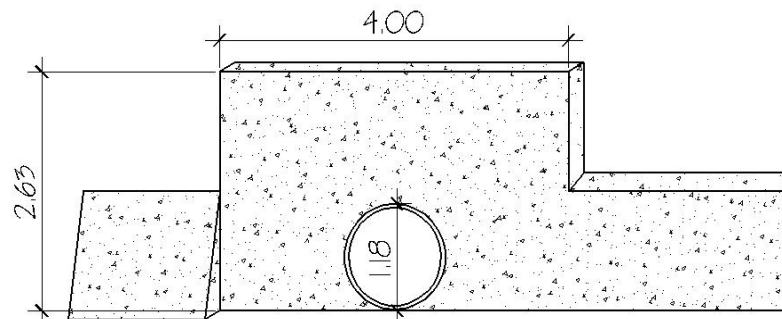


Fuente: Manual geométrico SIECA.

Tabla 84. Levantamiento de drenaje mayor y menor presentes en el tramo

	Tipo de drenaje	Menor	Datos	H= 0.3m L= 0.6m
	Ubicación	Derecho		
	Est. inicio	64+000		
	Est. fin	64+060.6		
	Observaciones	Buen estado		

	Tipo de drenaje	Menor	Datos	L1= 2.60m L2= 0.80m H= 0.80m
	Ubicación	Derecho		
	Est. inicio	64+060.6		
	Est. fin	64+211		
	Observaciones	Buen estado		

	Drenaje	Menor	Datos	H= 2.63m Ø= 1.18m L= 3.90m
	Ubicación	Derecho		
	Est. inicio	64+211		
	Est. fin	64+215		
	Observaciones	Buen estado		

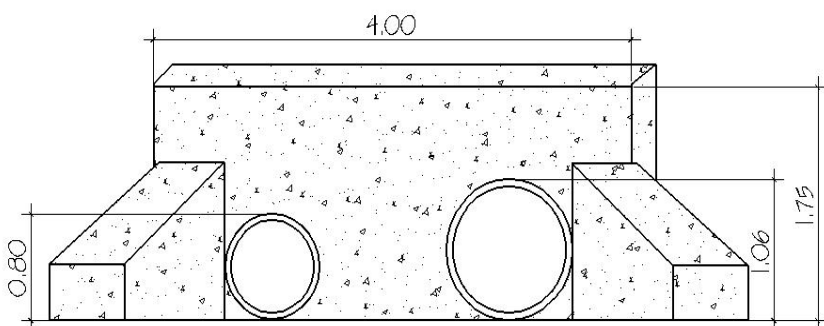
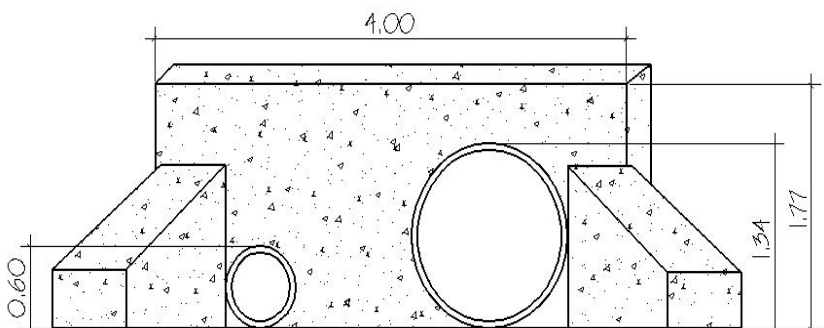
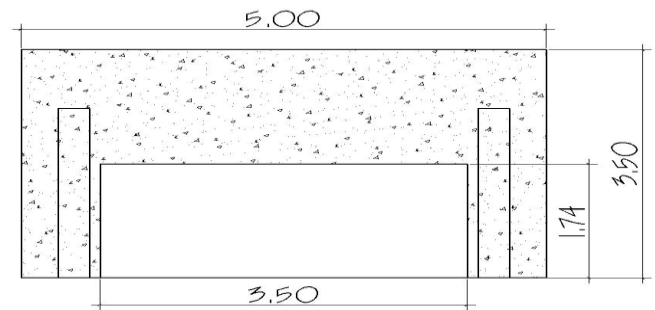
Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

Tabla 84. Levantamiento de drenaje mayor y menor presentes en el tramo

	Tipo de drenaje	Mayor	Datos	H= 1.60m Ø= 0.58m Ø= 0.35m L= 3.9m
	Ubicación	Derecho / izquierdo		
	Est. inicio	64+392.3		
	Est. fin	64+396.2		
	Observaciones	Buen estado		
	Tipo de drenaje	Menor	Datos	L1= 2.80m L2= 0.75m H= 1.44m
	Ubicación	Derecho		
	Est. inicio	64+397.3		
	Est. fin	64+852.7		
	Observaciones	Buen estado		
	Drenaje	Mayor	Datos	H= 1.50m Ø= 0.80m Ø= 0.60m L= 4.5m
	Ubicación	Derecho / izquierdo		
	Est. inicio	64+553		
	Est. fin	64+555.8		
	Observaciones	Buen estado		

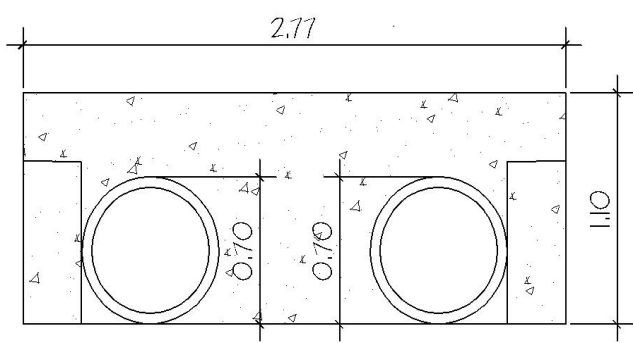
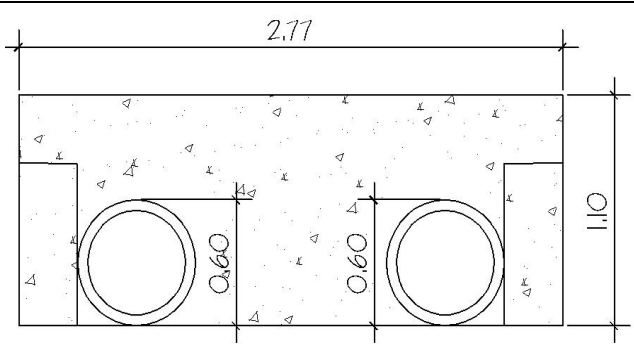
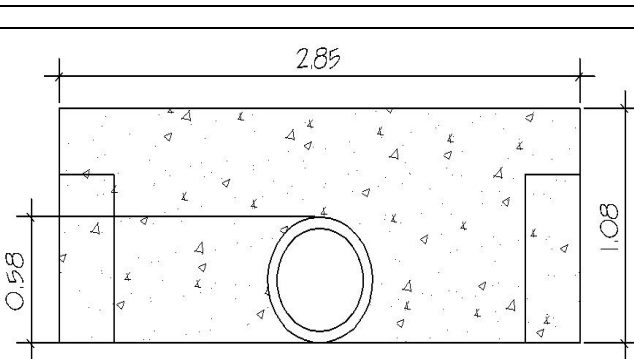
Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

Tabla 84. Levantamiento de drenaje mayor y menor presentes en el tramo

	Tipo de drenaje	Mayor	Datos	H= 1.75m Ø= 1.06m Ø= 0.80m L= 4m
	Ubicación	Derecho / izquierdo		
	Est. inicio	64+852.7		
	Est. fin	64+856.7		
	Observaciones	Buen estado		
	Tipo de drenaje	Mayor	Datos	H= 1.77m Ø= 1.34m Ø= 0.60m L= 4m
	Ubicación	Derecho / izquierda		
	Est. inicio	65+172.4		
	Est. fin	65+176.4		
	Observaciones	Buen estado		
	Drenaje	Mayor	Datos	H1= 3.5m H2= 1.74m L1= 1.5m L2= 3.5m
	Ubicación	Derecho / izquierdo		
	Est. inicio	66+824		
	Est. fin	66+829		
	Observaciones	Buen estado		

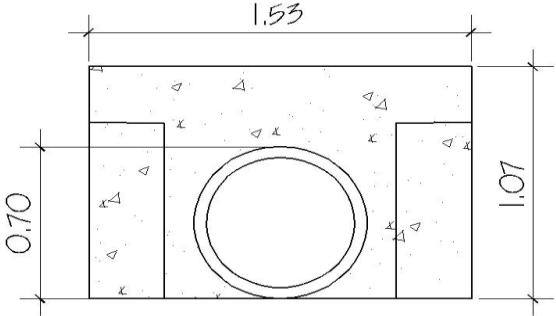
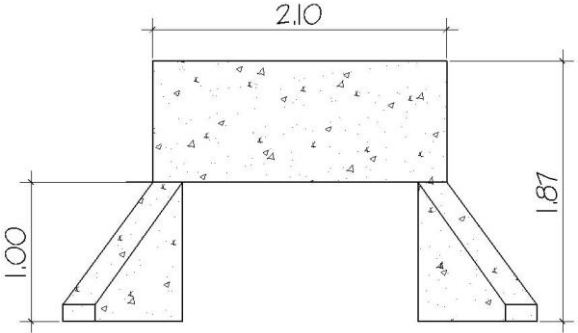
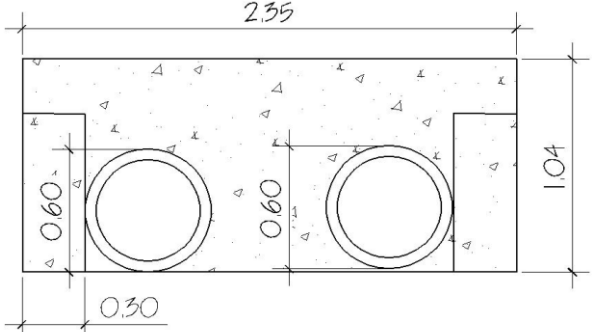
Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

Tabla 84. Levantamiento de drenaje mayor y menor presentes en el tramo

	Tipo de drenaje	Mayor	Datos	H= 1.10m Ø= 0.70m L= 2.77m
	Ubicación	Derecho / izquierdo		
	Est. inicio	71+008.4		
	Est. fin	71+011.2		
	Observaciones	Lado izquierdo socavado		
	Tipo de drenaje	Mayor	Datos	H= 1.10m Ø= 0.60m L= 2.77m
	Ubicación	Derecho / izquierdo		
	Est. inicio	71+232		
	Est. fin	71+234.75		
	Observaciones	No da abasto		
	Drenaje	Mayor	Datos	H= 1.08m Ø= 0.58m L= 2.85m
	Ubicación	Derecho / izquierdo		
	Est. inicio	72+443		
	Est. fin	74+445.85		
	Observaciones	Buen estado		

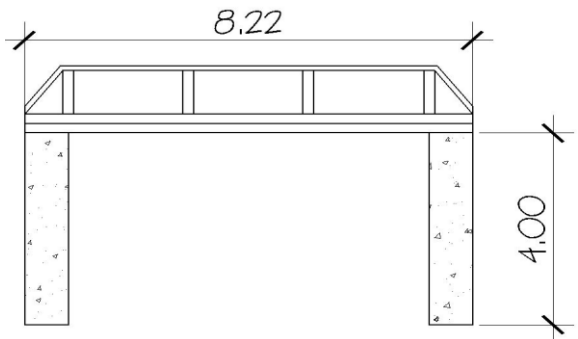
Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

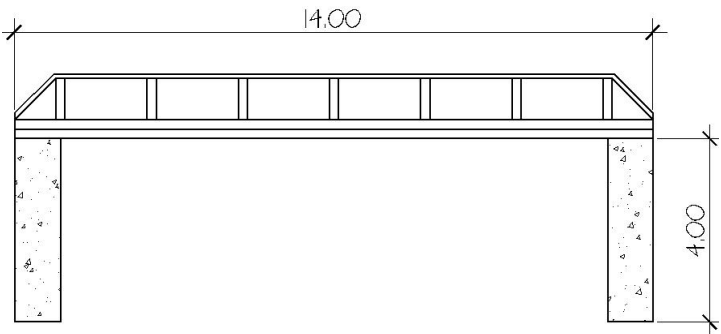
Tabla 84. Levantamiento de drenaje mayor y menor presentes en el tramo

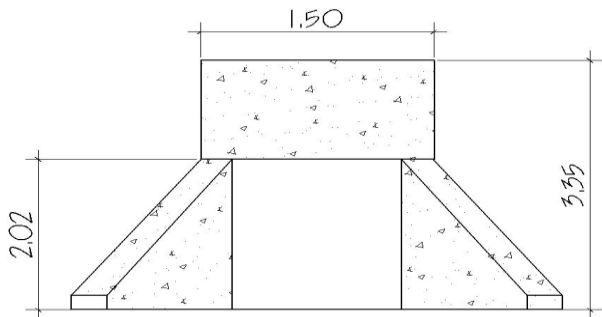
	Tipo de drenaje	Mayor	Datos	H= 1.07m L= 1.53m Ø= 0.70m
	Ubicación	Derecho / izquierdo		
	Est. inicio	69+745		
	Est. fin	69+746.53		
	Observaciones	Buen estado		
	Tipo de drenaje	Mayor	Datos	H1= 1.87m H2= 1m L= 2.1m
	Ubicación	Derecho / izquierdo		
	Est. inicio	70+599.4		
	Est. fin	70+601.5		
	Observaciones	Buen estado		
	Drenaje	Mayor	Datos	H= 1.04m Ø= 0.60m L= 2.35m
	Ubicación	Derecho / izquierdo		
	Est. inicio	70+789.2		
	Est. fin	70+791.97		
	Observaciones	Lado izquierdo socavado		

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

Tabla 84. Levantamiento de drenaje mayor y menor presentes en el tramo

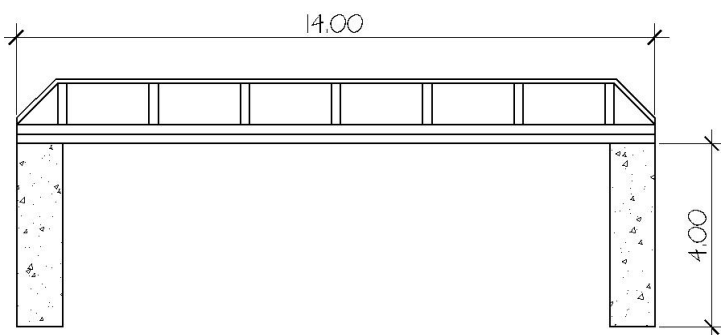
	Tipo de drenaje	Mayor	Datos	H= 4m L= 8.22m
	Ubicación	Derecho / izquierdo		
	Est. inicio	76+812		
	Est. fin	76+826		
	Observaciones	Buen estado		

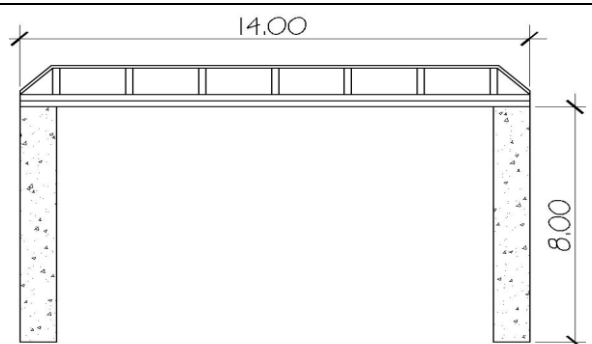
	Tipo de drenaje	Mayor	Datos	H= 4m L= 14m
	Ubicación	Derecho / izquierdo		
	Est. inicio	76+946		
	Est. fin	76+960		
	Observaciones	Buen estado		

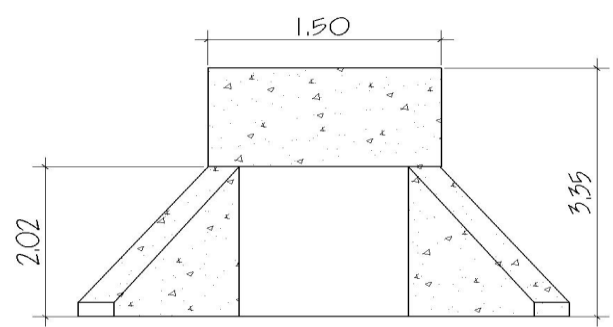
	Drenaje	Mayor	Datos	H1= 3.35m H2= 2.02m L= 1.5m
	Ubicación	Derecho / izquierdo		
	Est. inicio	78+326		
	Est. fin	78+327.5		
	Observaciones	Buen estado		

| Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes. | | | | |

Tabla 84. Levantamiento de drenaje mayor y menor presentes en el tramo

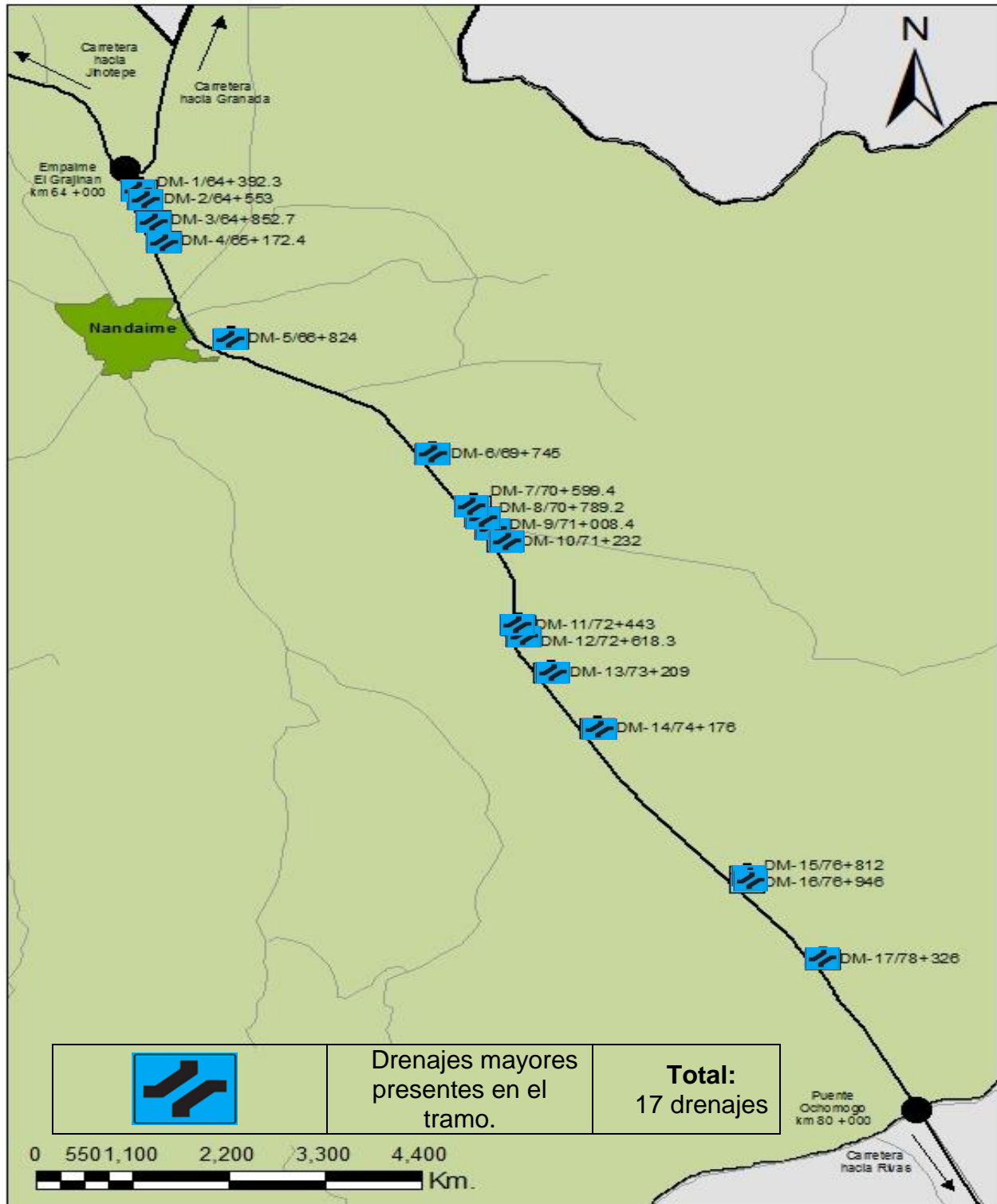
	Tipo de drenaje	Mayor	Datos	H= 4m L= 14m
	Ubicación	Derecho / izquierdo		
	Est. inicio	72+618.3		
	Est. fin	72+632		
	Observaciones	Buen estado		

	Tipo de drenaje	Mayor	Datos	H= 8m L= 14m
	Ubicación	Derecho / izquierdo		
	Est. inicio	73+209		
	Est. fin	73+223.5		
	Observaciones	Buen estado		

	Drenaje	Mayor	Datos	H1= 3.35m H2= 2.02m L= 1.5m
	Ubicación	Derecho / izquierdo		
	Est. inicio	74+176		
	Est. fin	74+184.22		
	Observaciones	Buen estado		

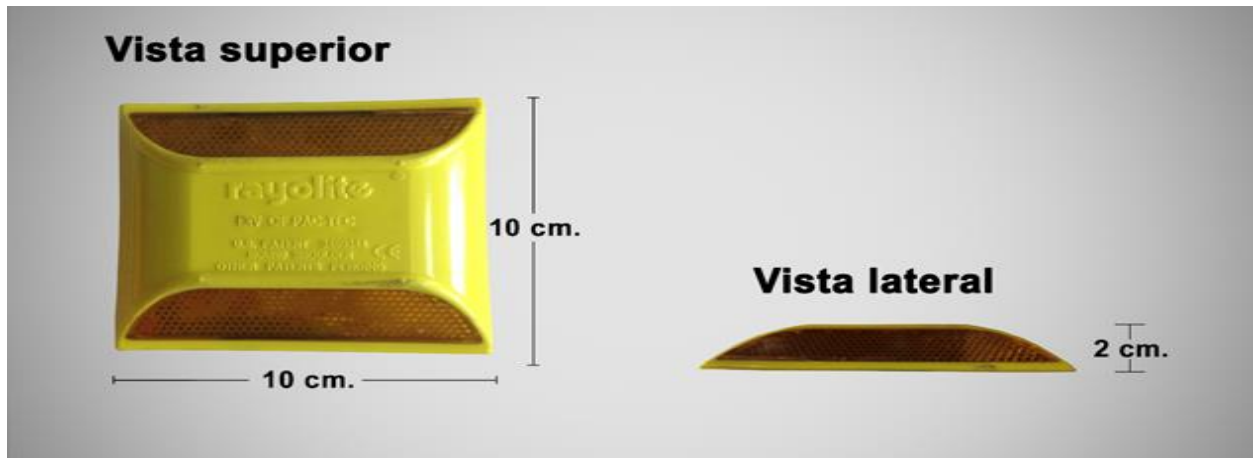
Fuente: Elaboración propia. datos levantados por sustentantes.

Imagen 22. Mapa de ubicación de señalización vertical ID-1-9, ID-1-7 y II-5-2 (señalización preventiva)



Fuente: Elaboración propia con datos levantados por sustentantes.

Imagen 23. Propuestas para instalación de ojos de gato o vialetas



Fuente: <http://www.naresagdl.com/naresa/plasticos/Vialetas.html>

Imagen 24. Propuesta de instalación de reductores de velocidad y señal de reductor de velocidad (código P-9-12)



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Reductor_de_velocidad.

Imagen 25. Propuesta de defensas metálicas con tapones protectores



Fuente: http://tecnovialmty.com/?page_id=706.

Imagen 26. Propuesta de colocar, límite de velocidad de 45kph, en la estación 70+431



Fuente: Levantamiento por sustentantes.